রসায়ন বিদ্যা

[প্রাক-বিশ্ববিদ্যালয় পরীক্ষার্থীদের [illegible]]

অধ্যাপক বি: বি: মুখার্জী

নবারুণ প্রকাশ
সি ৫১ কলেজ স্ট্রীট মার্কেট
কলিকাতা-১২
১৯৬০

প্রকাশক :
শ্রীসুবোধ রায়
নবারুণ প্রকাশনী
সি ৫১ কলেজ ষ্ট্রীট মার্কেট
কলিকাতা-১২

মূল্য : দুই টাকা পঁচিশ নঃ পঃ

মুদ্রক :
শ্রীঅরবিন্দ সরদার
শ্রী প্রিন্টিং ওয়ার্কস
৬৭ বদ্রীদাস টেম্পল্ স্ট্রীট
কলিকাতা-৪

CONTENTS

I Common Laboratory Processes

Q. 1. Filtration, distillation, crystallisation and sublimation are the simple processes of purification—Discuss.

Ans. Filtration, (পরিস্রাবণ) :—সচ্ছিদ্র পদার্থের সাহায্যে তরল মিশ্রণ হইতে ভাসমান অদ্রবনীয় কঠিন পদার্থ পৃথক করার নাম পরিস্রাবণ। জলে যদি কেবল মাত্র ভাসমান ময়লা থাকে তাহা হইলে পরিস্রাবণ দ্বারা জলকে বিশুদ্ধ করা যায়। কিন্তু দ্রবীভূত পদার্থ জলে থাকিলে এই পদ্ধতিতে জল বিশুদ্ধ হয় না। সুতরাং পরিস্রাবণ দ্বারা কেবল মাত্র ভাসমান ময়লা পৃথক করিয়া কোন তরল পদার্থকে বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে।

Distillation (পাতন) :—কোন তরল মিশ্রণে ভাসমান ও দ্রবীভূত কঠিন পদার্থ ময়লারূপে বর্ত্তমান থাকিলে পাতন ক্রিয়ার সাহায্যে ঐ ময়লা পৃথক করা যায়। পাতন ক্রিয়াতে কেবল মাত্র তরল পদার্থই বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া কন্‌ডেনসার দ্বারা শীতল হইয়া গ্রাহকপাত্রে জমা হইতে পারে। কিন্তু ময়লা জাতীয় কঠিন পদার্থগুলি সহজে বাষ্পাকারে পরিণত হইতে পারে না বলিয়া পাতন কূপীতে পড়িয়া থাকে। সুতরাং পাতন ক্রিয়ার সাহায্যে কোন তরলস্থিত ভাসমান এবং দ্রবীভূত, উভয় প্রকারের ময়লা পরিষ্কার করিয়া বিশুদ্ধ তরল পাওয়া যাইতে পারে।

Crystallisation (স্ফটিকীকরণ): সম্পৃক্ত দ্রবণে (saturated solution) যদি দুইটি দ্রাব পদার্থ বর্তমান থাকে তবে উহা ঠাণ্ডা করিলে যে দ্রাবটী সম্পৃক্ত হইয়া আছে উহাই প্রথমে দানা বাঁধিয়া দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া যাইবে। এই দানাগুলিকে পরিস্রুতির দ্বারা পৃথক করিয়া বিশুদ্ধ পদার্থ পাওয়া যায়।

দ্বিতীয় দ্রাবটির পরিমাণ অল্প থাকায় উহা সম্পৃক্ত দ্রবণ সৃষ্টি করিতে পারে না। সুতরাং ঐ দ্রবণের মধ্যেই থাকিয়া যাইবে। যদি কোন একটী দ্রাব পদার্থের মধ্যে অন্য দ্রাব পদার্থ ময়লারূপে বর্তমান থাকে,

এই ভাবে স্ফটিকীকরণ দ্বারা ময়লা পরিষ্কার করিয়া বিশুদ্ধ পদার্থ পাওয়া যাইতে পারে।

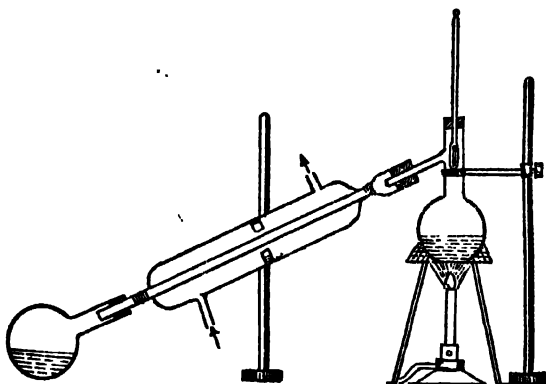
সোরা মিশ্রিত খাদ্য-লবণকে বিশুদ্ধ করিতে হইলে প্রথমে ঐ অশুদ্ধ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ করা হয়। এই দ্রবণ পরিস্রুত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে কেবলমাত্র খাদ্য-লবণের দানা বাহির হইবে। উহাকে ফিলটার কাগজের সাহায্যে ছাঁকিয়া লইলে সোরামুক্ত বিশুদ্ধ লবণ পাওয়া যাইবে। সোরা দ্রবণের মধ্যে পড়িয়া থাকিবে।

Sublimation (ঊর্ধ্ব পাতন) :—কর্পূর, আয়োডিন, নিশাদল প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন পদার্থ যাহাদের উত্তপ্ত করিলে উহারা সোজাসুজি বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং ঐ বাষ্প শীতল হইলে পুনরায় কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। এইভাবে উত্তাপে কঠিন হইতে বাষ্পাকারে এবং ঠাণ্ডা করিলে বাষ্প হইতে সরাসরি কঠিন অবস্থায় প্রত্যাবর্তনকে 'ঊর্ধ্বপাতন' বলে। সুতরাং ঐ পদার্থগুলিকে বালু, কাচ প্রভৃতি ময়লা হইতে ঊর্ধ্বপাতন ক্রিয়ার দ্বারা বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে। যেমন, আয়োডিনের মধ্যে কিছু বালু মিশ্রিত থাকিলে উহা একটি পাত্রে উত্তপ্ত করিলে আয়োডিন বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া শীতল গ্রাহক পাত্রে জমা হইবে, কিন্তু বালু বাষ্পাকারে পরিণত হইতে পারে না বলিয়া পৃথক হইয়া যাইবে।

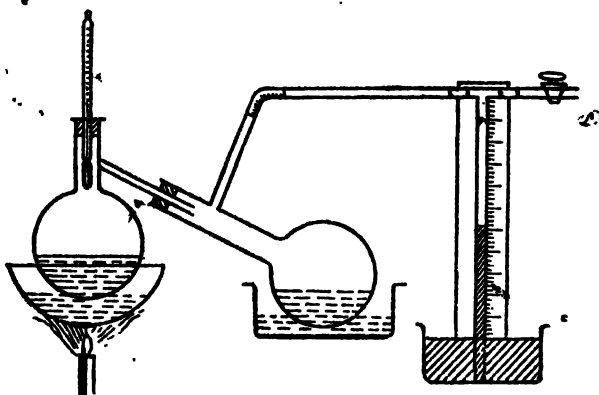
Q. 2. Describe with sketch any three of the following :—
Distillation, Vacuum distillation, Destructive distillation and sublimation.

Ans. Distillation (পাতন) :—তরল পদার্থকে উত্তাপের সাহায্যে বাষ্পীভূত করা এবং সেই বাষ্পকে শীতল করিয়া আবার তরল অবস্থায় ফিরিয়া আনাকে 'পাতন' প্রণালী বলে। পাতন দ্বারা নদীর অবিশুদ্ধ জল হইতে বিশুদ্ধ জল প্রস্তুত প্রণালী নিম্নে বর্ণনা করা হইল।

একটি পাতন কূপীতে কিছুটা নদীর জল লইয়া ঐ জলে একটুখানি পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট মিশাইয়া দেওয়া হইল। পাতন কূপীর নলের সঙ্গে একটী কন্‌ডেন্‌সার যুড়িয়া উহার অপর মুখে একটি গ্রাহক কূপী (Receiver) লাগাইয়া দেওয়া হইল। পাতন কূপীর মুখ একটি কর্ক দিয়া বন্ধ করিয়া ঐ কর্কের ভিতর দিয়া একটী থার্মোমিটার বসাইয়া দেওয়া হইল।

এখন তারজালির ভিতর দিয়া বুনসেন দীপের সাহায্যে পাতন-কূপীটি উত্তপ্ত করিলে জল ফুটিতে থাকিবে এবং বাষ্প পার্শ্ববর্তী নলের সাহায্যে কনডেন্সারের মধ্য দিয়া যাইবার কালে শীতল হইয়া তরল জলে পরিণত হইবে ও গ্রাহক-কূপীতে জমা হইবে।

থার্মোমিটার লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে, যতক্ষণ জল ফুটিতে থাকে উহার পারদের উচ্চতা একই আছে; অর্থাৎ পাতন-কূপীর ভিতরের উষ্ণতা একেবারে অপরিবর্তিত থাকে। স্ফুটনের সময় জল বাষ্পীভূত হয়, কিন্তু নদীর জলের অন্যান্য দ্রবণীয় এবং ভাসমান অনুদ্বায়ী (non volatile) ময়লা বাষ্পে রূপান্তরিত হয় না। পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা উদ্বায়ী (volatile) জৈব ময়লা ধ্বংস করিয়া দেওয়া হয়। ফলে কেবল মাত্র বিশুদ্ধ জল গ্রাহক-কূপীতে জমা হইতে থাকে এবং এইরূপে 'পাতন' ক্রিয়ার দ্বারা নদীর জল হইতে বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়।

Vacuum distillation (অনুপ্রেষ পাতন): যে সকল তরল পদার্থ সাধারণ বায়ুচাপে স্ফুটনের সময় বিযোজিত (decomposed) হইয়া যায় তাহাদিগকে বায়ু হইতে কম চাপে 'পাতন' করা হয়। সেই জন্য পাম্পের সাহায্যে পাতন যন্ত্রের ভিতরের বায়ু বাহির করিয়া চাপ কমাইয়া পরে

পদার্থ টি উত্তপ্ত করিয়া পাতন করাকে অনুপ্রেষ পাতন বলে। চিত্রে অনুপ্রেষ পাতন যন্ত্রের বর্ণনা দেওয়া হইল।

ইহা একটি সাধারণ পাতন যন্ত্র; কেবল মাত্র গ্রাহক-কূপীর পার্শ্ববর্তী নলের সহিত বায়ু বাহির করিবার, পাম্প ইত্যাদি বসাইবার ব্যবস্থা আছে। যে তরল পদার্থকে অনুপ্রেষ পাতনের সাহায্যে বিশুদ্ধ করিতে হইবে উহা পাতন-কূপীতে লইয়া পাম্প চালাইয়া ঐ তরলের উপরের বায়ুচাপ কমাইয়া দেওয়া হয়। পরে উত্তপ্ত করিয়া পাতন করিলে বিশুদ্ধ তরল পদার্থ গ্রাহক-কূপীতে জমা হইবে। অনুপ্রেষ পাতনের সাহায্যে বহু জৈব তরল পদার্থ বিশুদ্ধ করা হইয়া থাকে।

Destructive distillation (অন্তর্ধূম পাতন):—কোন কোন কঠিন মিশ্র পদার্থ বাতাসের অবর্তমানে উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া উহা হইতে কতকগুলি উদ্বায়ী বস্তু বাষ্পাকারে বহির্গত হয় এবং ঠাণ্ডা করিয়া ঐ সকল বস্তুকে ঘনীভূত করা যায়। এইরূপে কোন মিশ্র পদার্থ হইতে বাতাসের অবর্তমানে উদ্বায়ী (volatile) বস্তুগুলিকে পাতিত করিয়া আনার নাম "অন্তর্ধূম পাতন"। কয়লাকে এইরূপে অন্তর্ধূম পাতন করিলে উহা হইতে আলকাতরা, অ্যামোনিয়া, প্রভৃতি উদ্বায়ী বস্তু পাওয়া যায়।

কাচ বা লোহার রেটর্টের (retort) সাহায্যে অন্তর্ধূম পাতন করা হয়। য়লাকে এইভাবে পাতন করিবার জন্য বড় লোহার রেটর্ট ব্যবহার করা হয়। এই রেটর্টের লম্বা মুখের সঙ্গে কন্‌ডেন্‌সর প্রভৃতি লাগান থাকে এবং বিভিন্ন প্রকারের গ্রাহক পাত্রে আলকাতরা অ্যামোনিয়া প্রভৃতি জমা করা হয়।

Sublimation :—Q. 4. ans. of definition, explanation and short notes দেখ।

2. Solution—Solubility

Q. 1. Write short notes on : (i) Mechanical mixture and chemical compound : (ii) True solution and Colloidal solution.

Ans. Solution (দ্রবণ) ; দুই বা ততোধিক বস্তু মিশ্রিত করিয়া যখন সমসত্ত্ব (homogeneous) মিশ্র পদার্থ সৃষ্টি করে তখন উহাকে দ্রবণ বলে। চিনিকে জলে দ্রবীভূত করিলে একটি সমসত্ত্ব মিশ্র পদার্থ সৃষ্টি হয়। এই মিশ্রিত পদার্থের সর্বাংশে চিনি এবং জলের আনুপাতিক হার সমান হয়। দুই বা ততোধিক কঠিন পদার্থ মিলিয়া যদি সমসত্ত্ব মিশ্রণ করিতে পারে তবে তাহাও দ্রবণ হইবে। যেমন, রৌপ্য মুদ্রাতে রূপা, তামা এবং নিকেল সমসত্ত্ব ভাবে মিশিয়া আছে।

True solution (প্রকৃত-দ্রবণ) :—যদি কোন পদার্থ কোন দ্রাবকের (solvent) সহিত মিশ্রণের ফলে ভাঙ্গিয়া অণুতে পরিণত হয় এবং একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ সৃষ্টি করে, তাহা হইলে ঐ মিশ্রণকে প্রকৃত-দ্রবণ বলে। চিনির জল একটী True solution.

Colloidal solution (কলয়েড) :—যদি কোন পদার্থ কোন তরল দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইয়া মোটামুটি ভাবে সমসত্ত্ব মিশ্রণ সৃষ্টি করে অথচ

ভাঙ্গিয়া অণুতে পরিণত না হইয়া প্রলম্বিত (suspended) ক্ষুদ্রকণায় পরিণত হয়, তাহা হইলে ঐ মিশ্রণকে কলয়েড বা সল বলে। দুগ্ধ একটি Colloidal solution.

DISTINCTION

True solution.	Colloidal solution.
1) দ্রাব পদার্থ ভাঙ্গিয়া অণুতে পরিণত হয় এবং দ্রাবকের সহিত ওতঃপ্রোতভাবে মিশিয়া যায়।	1) পদার্থ দ্রবীভূত না হইয়া ক্ষুদ্র কণাকারে দ্রাবকে প্রলম্বিত থাকে।
2) দ্রাব পদার্থের ক্ষুদ্র কণাগুলি সমান ভাবে দ্রাবকেব সহিত মিশিয়া থাকে বলিয়া উহাদেব অস্তিত্ব আল্ট্রা মাইক্রোস্কোপ নামক যন্ত্রে ধরা পড়ে না।	2) কলয়েডের অদ্রাব্য ক্ষুদ্র কণাগুলি প্রলম্বিত অবস্থায় দ্রাবকের ভিতবে ইতস্ততঃ ঘুরিয়া বেড়ায়। আলট্রা-মাইক্রোস্কোপ যন্ত্রের সাহায্যে উহাদের অস্তিত্ব ধরা পড়ে।
3) দ্রাব পদার্থের ক্ষুদ্র কণা গুলির ব্যাস 10^{-8}c.m. ইহা পদার্থের অণুর ব্যাসের সমান হয়।	3) অদ্রাব্য ক্ষুদ্র কণাগুলির ব্যাস মোটামুটি 10^{-5} হইতে 10^{-7} c.m. হইয়া থাকে।

Mechanical mixture (মিশ্র পদার্থ) : দুই বা ততোধিক পদার্থ একত্র সাধারণ ভাবে মিশাইলে যদি উহাদের একটির পরমাণু বা অণু অপরটির পরমাণু বা অণুর সহিত যুক্ত না হইয়া কেবল মাত্র পাশাপাশি অবস্থান করিতে পারে, তাহা হইলে যে বস্তু পাওয়া যায় তাহাকে মিশ্র পদার্থ বলে। বালু এবং লবণ মিশাইলে একটি মিশ্র পদার্থ হয়।

Chemical Compound (যৌগিক পদার্থ) : দুই বা ততোধিক মৌল পদার্থের পরমাণুর মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে নূতন অণু বিশিষ্ট যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে যৌগিক পদার্থ বলে। সোডিয়াম এবং ক্লোরিনের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে সোডিয়াম ক্লোরাইড নামক যৌগিক পদার্থ পাওয়া যায়।

DISTINCTION

মিশ্র পদার্থ	যৌগিক পদার্থ
১। মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি পাশাপাশি বর্তমান থাকে।	১। যৌগিক পদার্থের উপাদানগুলি পাশাপাশি না থাকিয়া পরস্পরে

উদাহরণঃ লোহাচুর এবং গন্ধক গুড়া মিশ্রণে লোহা এবং গন্ধক পাশাপাশি বর্তমান থাকে।

২। মিশ্র পদার্থের ধর্ম উপাদান গুলির ধর্মের সমষ্টি মাত্র।
উদাহরণঃ উপরোক্ত মিশ্রণের ধর্ম লৌহ এবং গন্ধকের ধর্মের সমষ্টি হয়। মিশ্রণে হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড দিলে. লোহার সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যায়। অর্থাৎ মিশ্রণের দ্বারা লোহার ধর্মের কোন পরিবর্তন ঘটে না।

৩। মিশ্র পদার্থের উপাদান গুলিকে সহজে পৃথক করা যায়।
উদাহরণঃ লোহাকে উপরোক্ত মিশ্রণ হইতে চুম্বকের সাহায্যে পৃথক করা যায়।

৪। মিশ্র পদার্থের উপাদান গুলি যে কোন অনুপাতে মিশ্রিত হইতে পারে।

উদাহরণঃ লোহাকে যে কোন অনুপাতে গন্ধকের সঙ্গে মিশান যায় এবং সব সময় ইহা একই প্রকার মিশ্রণ পদার্থ হইবে।

৫। মিশ্র পদার্থ প্রস্তুত কালে তাপের বিনিময় হইতেও পারে নাও হইতে পারে।

উদাহরণঃ লোহার সঙ্গে গন্ধক মিশাইলে তাপের বিনিময় হয় না।

সহিত মিলিত হইয়া নূতন পদার্থে পরিণত হইয়া যায়।
উদাহরণঃ লোহা এবং গন্ধকের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে আয়রণ সালফাইড উৎপন্ন হয়।

২। যৌগিক পদার্থের ধর্ম তাহার উপদা৲ গুলির ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। উপাদান গুলির ধর্ম লোপ পায়।
উদাহবণঃ উপরোক্ত আয়রণ সালফাইডেব ধর্ম উহার উপাদানগুলির ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। আয়রণ সাল্‌ফাইডে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যায় না।

৩। যৌগিক পদার্থের উপাদান গুলিকে সহজে পৃথক করা যায় না।
উদাহরণঃ আয়রণ সালফাইড হইতে লোহাকে চুম্বকের সাহায্যে পৃথক করা যায় না।

৪। যৌগিক পদার্থেব উপাদান গুলির অনুপাত সর্বদা নির্দিষ্ট গন্ধক ও লৌহের সংযোগ ৪ : ৭ অনুপাতে হইলে আয়রণ সালফাইড উৎপন্ন হয়।

৫। যৌগিক পদার্থেব সংগঠন কালে তাপ-বিনিময় হইবেই।

উদাহরণঃ গন্ধকের সহিত লোহার বিক্রিয়া উত্তাপ প্রভাবে হইয়া আয়রণ সালফাইড হয়।

Q. 2. What is meant by solubility? How would you proceed to determine the solubility of Potassium nitrate at the room temperature in water.

1050 gms. of a saturated solution of Lead nitrate at 70°C is cooled down to 20°C, when 438 gms. of the salt was found to separate out. Find the solubility of Lead nitrate at 20°C; that at 70°C being 110 gms.

Ans. First portion.

একটি দ্রাব (solute) পদার্থের যত গ্রাম একটি দ্রাবকের (solvent) 100 গ্রামে দ্রবীভূত হইয়া একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিতে পারে, তত গ্রামকে ঐ দ্রাব পদার্থের দ্রাব্যতা (solubility) বলে। অর্থাৎ যদি 20°C তাপমাত্রায় 100 গ্রাম জলে 32 গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত হইয়া সম্পৃক্ত দ্রাবণ প্রস্তুত করে তাহা হইলে ঐ তাপমাত্রায় পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রাব্যতা হইবে 32 গ্রাম।

পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রাব্যতা নির্ণয় :—

ল্যাবোরেটারিতে একটি বিকারে (Beaker) খানিকটা জল লইয়া উহাতে পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হইল। এই সম্পৃক্ত দ্রবণ একটি শুষ্ক ফিলটার কাগজের সাহায্যে পরিস্রুত করিয়া একটি পিপেটের (Pipette) সাহায্যে ঐ দ্রবণের 25c.c. একটি বেসিনে (Basin) লওয়া হইল। খালি বেসিনের ওজন পূর্বে লওয়া হইয়াছিল এবং দ্রবণ-সহ ঐ বেসিনের পুনরায় ওজন লওয়া হইল। একটি জলগাহের (water-bath) উপর বেসিন রাখিয়া দ্রবণটি উত্তপ্ত করিয়া উহার জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করা হইল। এইবার বায়ুচুল্লীতে শুষ্ক করিয়া শোষকাধারে রাখিয়া শীতল করিয়া পটাসিয়াম নাইট্রেট সহ ঐ বেসিনের ওজন লওয়া হইল। বার বার উত্তপ্ত এবং শীতল করিয়া ওজন করা হইল যতক্ষণ না একটি নির্দিষ্ট ওজন পাওয়া যায়।

যদি, খালি বেসিনের ওজন $= W_1$ গ্রাম

বেসিন ও দ্রবণের ওজন $= W_2$ গ্রাম

বেসিন ও নাইট্রেটের ওজন $= W_3$ গ্রাম হয়

তাহা হইলে, জলের ওজন $= (W_2 - W_3)$ গ্রাম

দ্রবীভূত নাইট্রেটের ওজন $= (W_3 - W_1)$ গ্রাম

স্থতরাং পটাসিয়াম নাইট্রেটের দ্রাব্যতা $= \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100$ গ্রাম

2nd portion :—

যদি 1050 গ্রাম সম্পৃক্ত দ্রবণে x গ্রাম জল থাকে, দ্রাব পদার্থের পরিমাণ $= (1050 - x)$ গ্রাম

$\therefore$ 70°C-তে দ্রাব্যতা $= \frac{1050 - x}{x} \times 100$

অথবা $\frac{1050 - x}{x} \times 100 = 110$ (70°C দ্রাব্যতা দেওয়া আছে)

$\therefore \quad x = 500$ গ্রাম জল

অথবা, 20°C-তে সম্পৃক্ত দ্রবণের ওজন $= 1050 - 438 = 612$ গ্রাম

উহাতে দ্রাব পদার্থের পরিমাণ $= 612 - 500 = 112$ গ্রাম

($\because$ জলের পরিমাণ $= 500$ গ্রাম)

অর্থাৎ 20°C-তে 112 গ্রাম Lead nitrate, 500 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ পাওয়া যায়।

$\therefore$ Solubility at 20°C $= \frac{112}{500} \times 100 = 22{\cdot}4$

Q. 3. What do you understand by saturated, unsaturated and super-saturated solution ? Illustrate each with example.

How would you test whether a given solution is saturated or unsaturated or super-saturated ?

Ans. Saturated solution (সম্পৃক্ত দ্রবণ) :—একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে (solvent) একটি দ্রাব পদার্থের (solute) সর্বাধিক পরিমাণ দ্রবীভূত করিয়া যে দ্রবণ-প্রস্তুত করা যায় উহাকে 'সম্পৃক্ত দ্রবণ' বলে।

উদাহরণ : একটি পাত্রে খানিকটা জল (solvent) লইয়া উহাতে অল্প অল্প করিয়া পটাসিয়াম নাইট্রেট্ চূর্ণ দিয়া কাচ দণ্ডের দ্বারা নাড়াইলে দেখা যাইবে যে, প্রথমে পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রুত দ্রবীভূত হইতেছে। পরে আর দ্রুত দ্রবীভূত হইবে না এবং অবশেষে আর দ্রবীভূত না হইয়া পাত্রের নীচে জমা হইতেছে। ইহার কারণ ঐ জলের পক্ষে যতটা পরিমাণ পটাসিয়াম নাইট্রেট্ দ্রবীভূত করা সম্ভব তাহা করিয়াছে। এখন যে দ্রবণ প্রস্তুত হইল উহাই পটাসিয়াম নাইট্রেটের সম্পৃক্ত দ্রবণ।

Unsaturated solution (অসম্পৃক্ত দ্রবণ) :—কোন নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে যতটুকু পরিমাণে দ্রাব দ্রবীভূত করিলে সম্পৃক্ত দ্রবণ হয় তদপেক্ষা কম দ্রাব থাকিলে এইরূপ দ্রবণকে অসম্পৃক্ত দ্রবণ বলে।

উদাহরণ : জলে পটাসিয়াম নাইট্রেট চূর্ণ দিয়া নাড়াইলে যদি উহা দ্রুত দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং পাত্রের নীচে কিছুমাত্র পড়িয়া না থাকে, তাহা হইলে অসম্পৃক্ত পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ প্রস্তুত হয়।

Super-saturated solution :--Q. 2. Ans. short note দেখ।

Tests : (১) দ্রবণের মধ্যে একটু দ্রাব (solute) দিয়া নাড়িলে যদি উহা দ্রবীভূত হয় তাহা হইল দ্রবণটি অসম্পৃক্ত দ্রবণ (unsaturated solution) হইবে।

(২) দ্রবণের মধ্যে একটু দ্রাব দিয়া নাড়িলে যদি উহা দ্রবীভূত না হইয়া পাত্রের নীচে পড়িয়া থাকে তাহা হইলে দ্রবণটি সম্পৃক্ত দ্রবণ (saturated solution) হইবে।

(৩) দ্রবণের মধ্যে এক টুকরা দ্রাব দিলে যদি ঐ টুকরার অবয়ব বড় হইয়া যায় তাহা হইলে দ্রবণটি অতিপৃক্ত দ্রবণ (super-saturated) হইবে।

3. Physical & Chemical Changes

Q. 1. What do you understand by Physical and Chemical changes of a substance? State their differences. State with reason what kind of change is indicated when: (i) Ice melts (ii) Coal burns (iii) Water is vaporised (iv) Iron rusts (v) Salt dissolves in water.

Ans. Physical change (অবস্থাগত পরিবর্তন) :—যে সকল পরিবর্তনে পদার্থের শুধু বাহ্যিক পরিবর্তন হয়, কিন্তু উহার অণুগুলির কোন পরিবর্তন হয় না অর্থাৎ রাসায়নিক ধর্মের কোন ব্যতিক্রম হয় না, তাহাকে 'অবস্থাগত পরিবর্তন' বলে। কঠিন সালফার গলাইলে যে তরল সালফার পাওয়া যায় উহার অণু এবং কঠিন সালফারের অণু একই প্রকারের থাকে।

Chemical change (রাসায়নিক পরিবর্তন) :—যে সকল পরিবর্তনের ফলে পদার্থের অণুগুলি বদলাইয়া নূতন অণুর সৃষ্টি হয় তাহাকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। সালফার যখন অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া SO_2 গ্যাস হয় তখন সালফারের অণু-পরিবর্তন হইয়া SO_2 গ্যাসের অণুতে পরিণত হয়।

DISTINCTION

অবস্থাগত পরিবর্তন	রাসায়নিক পরিবর্তন
(১) পদার্থের আভ্যন্তরিক অণুগুলি একই থাকে। পদার্থের ধর্মের বাহ্যিক পরিবর্তন ঘটে মাত্র।	(১) পদার্থের অণুগুলি পরিবর্তিত হইয়া সম্পূর্ণ নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয়। নূতন পদার্থের ধর্মও নূতন হয়।
(২) অবস্থাগত পরিবর্তন অস্থায়ী হয়।	(২) রাসায়নিক পরিবর্তনগুলি স্থায়ী হয়।
(৩) এই সকল পরিবর্তনে তাপ বিনিময় হইতেও পারে, নাও হইতে পারে।	(৩) এই পরিবর্তনে তাপ-বিনিময় হইতেই হইবে।

(i) Ice melts :—সাধারণ অবস্থায় বরফ রাখিয়া দিলে উহা তাপ গ্রহণ করিয়া ধীরে ধীরে গলিয়া জলে পরিণত হয়। আবার খুব শীতল করিলে জল জমিয়া পুনরায় বরফে পরিণত হয়। এই সকল পরিবর্তনে বরফস্থিত জলের অণুর কোন পরিবর্তন ঘটে না। শুধু মাত্র অবস্থার পরিবর্তন হয়। সুতরাং বরফ গলিতে থাকিলে 'অবস্থাগত পরিবর্তন' হয়।

(ii) Coal burns : কয়লা পুড়িতে থাকিলে উহা হইতে CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই গ্যাসটি কয়লা হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন পদার্থ এবং ইহার ধর্মগুলিও কয়লার মত নয়। কয়লা কেবল মাত্র কার্বন পরমাণু দ্বারা গঠিত কিন্তু CO_2 গ্যাসের অণু কার্বণ এবং অক্সিজেনের পরমাণু দ্বারা গঠিত। সুতরাং কয়লা পুড়িলে রাসায়নিক পরিবর্তন হয়।

(iii) Water is vaporised :—জল বাষ্পে পরিণত হইলে উহার অবস্থার পরিবর্তন হয়, অর্থাৎ আয়তন, ঘনত্ব প্রভৃতি লোপ পায়। কিন্তু জল এবং বাষ্পের অণুর মধ্যে কোন প্রভেদ থাকে না। উভয়ের অণুগুলি একই প্রকারের। বাষ্পকে শীতল করিলে জল পাওয়া যাইবে। সুতরাং জল, বাষ্পে পরিণত হইলে 'অবস্থাগত পরিবর্তন' ঘটে।

(iv) Iron rusts : সাধারণ লোহাকে আর্দ্র বাতাসে রাখিলে উহার উপরিভাগ ধীরে ধীরে একটী বাদামী রঙের গুঁড়াতে পরিণত হইতে থাকে। ইহাকে লোহার 'মরিচা ধরা' বলে। বিশ্লেষণ করিয়া দেখা গিয়াছে যে এই মরিচা একটী যৌগিক পদার্থ। লৌহের সহিত জল ও অক্সিজেনের যুক্ত রাসায়নিক ক্রিয়ায় এই মরিচা উৎপন্ন হয়। মোটামুটি ভাবে ইহার ফরমুলা $2Fe_2O_3\ 3H_2O$। সুতরাং মরিচার অণুগুলি লৌহের পরমাণু হইতে বিভিন্ন এবং 'মরিচা ধরা' মানে লৌহের রাসায়নিক পরিবর্তন হওয়া।

(v) Salt dissolves in water : লবণকে জলেতে দ্রবীভূত করিলে একটি মিশ্র পদার্থ সৃষ্টি হয়। এই মিশ্রণের ফলে লবণের ধর্মের অথবা অণু-গুলির কোনই পরিবর্তন ঘটে না। দ্রবণের মধ্যে জলের এবং লবণের অণু-গুলি পৃথক ভাবেই অবস্থান করে। ইহাদের মধ্যে কোন রাসায়নিক সংযোগ হয় না অথবা কোন নূতন অণু সৃষ্টি হয় না। সুতরাং লবণকে জলে দ্রবীভূত করিলে 'অবস্থাগত পরিবর্তন' ঘটে মাত্র।

4. Short Notes

Q. 1. Write short notes on any five of the following :—
Valency, Atom, Molecule, Element, Compound, Atomic number.

Ans. Valency (যোজ্যতা) :—মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংযোগ-ক্ষমতাকে উহাদের যোজ্যতা (valency) বলে। যোজ্যতা সাধারণতঃ সংখ্যায় প্রকাশ করা হয়। কোন একটি মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুর সহিত যত সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত হইতে পারে ঐ সংখ্যাই মৌলিক পদার্থটির যোজ্যতা প্রকাশ করে। জলের অণুতে একটি অক্সিজেন পরমাণুর সহিত দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। সুতরাং অক্সিজেনের যোজ্যতা =দুই (২)। অ্যামোনিয়া গ্যাসে একটি নাইট্রোজেন পরমাণুর সহিত তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। অতএব নাইট্রোজেনের যোজ্যতা= তিন (৩)।

অক্সিজেন, সোডিয়াম. ক্লোরিন প্রভৃতি বহু মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা নির্দিষ্ট, কিন্তু এমন অনেক মৌলিক পদার্থ আছে যাহাদের একাধিক যোজ্যতা থাকিতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ নাইট্রোজেন, ফসফরাস, কপার, ইত্যাদির নাম করা যায়। নাইট্রোজেনের যোজ্যতা ১ হইতে ৫ পর্যন্ত হইতে পারে। কপারের যোজ্যতা ১ এবং ২ উভয়ই হইতে পারে।

আরগণ, হিলিয়াম প্রভৃতি কতকগুলি মৌলিক পদার্থ কোন রাসায়নিক সংযোগে অংশ গ্রহণ করে না। সুতরাং ইহাদের কোন যোজ্যতা নাই। এই জন্য ইহাদের শূন্যযোজী বলা হয়।

বর্তমানে ইলেকট্রোন মতবাদ দ্বারা ইলেকট্রনীয় যোজ্যতা, সমযোজ্যতা এবং অসমযোজ্যতার ব্যাখ্যা করা হইয়া থাকে।

Atom (পরমাণু) :—ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে, কোন মৌলিক পদার্থের সমস্ত ধর্মসম্পন্ন অ-খণ্ডনীয় ক্ষুদ্রতম কণাগুলিকে পরমাণু

বলা হয়। একই মৌলিক পদার্থের সমস্ত পরমাণু একই ওজনের হয়। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বিভিন্ন। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ, উহাদের পরমাণুর সুনির্দিষ্ট সমাবেশের দ্বারাই ঘটিয়া থাকে। দুই বা বহু বিভিন্ন পরমাণুর সংযোগে যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের সৃষ্টি হয়। হাইড্রোজেন যখন অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া করে তখন দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি অক্সিজেন পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হইয়া একটি অণু (Molecule) জল উৎপন্ন হয়।

Molecule (অণু) :—অ্যাভোগাড্রো প্রথমে পদার্থের অণুর কল্পনা করেন। তিনি বলেন, পদার্থের ভিতর ডালটনের পরমাণু ছাড়াও আর এক রকমের ক্ষুদ্র কণিকা বর্তমান আছে। এই কণাগুলির স্বাধীন সত্তা আছে এবং ইহাতে পদার্থের সমস্ত ধর্ম বর্তমান।

পদার্থের সমস্ত ধর্মসম্পন্ন এবং স্বাধীন সত্তাযুক্ত ক্ষুদ্রতম অংশকে অণু বলা হয়। পদার্থটি যৌগিক অথবা মৌলিক হইতে পারে, অর্থাৎ অণু মৌলিক এবং যৌগিক পদার্থ উভয়ের মধ্যে বর্তমান।

যৌগিক অথবা মৌলিক পদার্থের অণুগুলি আবার পরমাণুর সহাযো গঠিত। মৌলিক পদার্থের অণুগুলিতে একই জাতীয় পরমাণু আছে কিন্তু যৌগিক পদার্থের অণুগুলিতে বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বর্তমান। হাইড্রোজেনের অণুতে দুইটি সমজাতীয় পরমাণু থাকে, কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতে যে দুইটি পরমাণু আছে উহাদের একটি হাইড্রোজেনের ও অন্যটি ক্লোরিনের পরমাণু।

Element (মৌল বা মৌলিক পদার্থ) :—যে সকল পদার্থ হইতে বিশ্লেষণের দ্বারা নূতন ধর্মবিশিষ্ট অন্য কোন সরল পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাদিগকে মৌলিক পদার্থ বলে। স্বর্ণ, লৌহ, গন্ধক, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন প্রভৃতি মৌলিক পদার্থ ; ইহাদের বিশ্লেষণ করিলে কোন নূতন পদার্থ পাওয়া যায় না। পৃথিবীতে বর্তমানে ৯২টি স্বাভাবিক মৌল আছে। ইহা ছাড়া কতকগুলি কৃত্রিম মৌলিক পদার্থ সৃষ্টি করা হইয়াছে।

Compound (যৌগিক পদার্থ বা যৌগ) :—বিশ্লেষণের দ্বারা যে সমুদয় পদার্থ হইতে ভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট দুই বা ততোধিক সরল পদার্থ বা মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায় তাহাদিগকে যৌগিক পদার্থ বলে। জল, চিনি, কার্বন-ডাই অক্সাইড প্রভৃতি যৌগিক পদার্থ। তড়িৎ প্রবাহের দ্বারা জলকে বিশ্লেষণ

করিলে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন যৌল পাওয়া যায়। চিনি বিশ্লেষণ করিলে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও কার্বন পাওয়া যায়। অতএব জল, চিনি ইত্যাদি যৌগিক পদার্থ।

অন্য ভাবে বলা যায় যে, দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি হয়। হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগের ফলে জল উৎপন্ন হয়।

Atomic Number (পরমাণু-ক্রমাঙ্ক) :—বর্তমানে বৈজ্ঞানিকদের ধারণা যে প্রত্যেক পরমাণুর মধ্যস্থলে একটি অতি সূক্ষ্ম ভার কেন্দ্র আছে। ইহাকে নিউক্লিয়াস্ বলে। এই নিউক্লিয়াস্ সর্বদাই পজিটিভ বিদ্যুৎ যুক্ত; অর্থাৎ ইহাতে এক বা একাধিক পজিটিভ বিদ্যুতের একক বর্তমান। পরমাণু কেন্দ্রের অথবা নিউক্লিয়াসের পজিটিভ বিদ্যুৎ এককের সংখ্যাকেই ঐ পদার্থের পরমাণু ক্রমাঙ্ক বলা হয়। হাইড্রোজেনের পরমাণু ক্রমাঙ্ক—১, অর্থাৎ হাইড্রোজেনের পরমাণু কেন্দ্রে একটি একক পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে। অক্সিজেন পরমাণু-কেন্দ্রে আট একক পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে বলিয়া উহার পরমাণু-ক্রমাঙ্ক—৮।

বলা হয়, পরমাণু-কেন্দ্রে প্রোটন এবং নিউট্রন একত্র পুঞ্জীভূত হইয়া অবস্থান করে। নিউট্রনে কোন বিদ্যুৎ নাই, কিন্তু প্রতি প্রোটনে একটি একক পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে। সুতরাং কেন্দ্রস্থ প্রোটনের সংখ্যাই কোন পরমাণুর পরমাণু-ক্রমাঙ্ক হয়। অক্সিজেনের পরমাণু-কেন্দ্রে আটটি প্রোটন আছে বলিয়া উহার পরমাণু-ক্রমাঙ্ক=৮ হইয়াছে।

Q. 2. Write short notes on any four of the following :—
Efflorescence, Deliquescence, Allotropy, Super-saturated Solution, Dissociation and Decomposition, and Catalysis.

Ans. Efflorescence (উদত্যাগ): কতকগুলি সোদক স্ফটিক আছে যাহাদের উন্মুক্ত করিয়া রাখিলে উহাদের জলকণাগুলি ক্রমশঃ বষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং স্ফটিকগুলি অনিয়তাকার (amorphous) পদার্থে পরিণত হয়। সোদক স্ফটিকের এই ভাবে জল ত্যাগ করিয়া অনিয়তাকার পরিবর্তনকে উদত্যাগ বলে এবং ঐ সকল স্ফটিকগুলিকে উদত্যাগী স্ফটিক বলা হয়। সোডিয়াম্ কার্বনেটের স্ফটিকগুলিকে (Na_2Co_3 $10H_20$) বাতাসে রাখিলে

উহার দশটি জলের অণুর নয়টি বাষ্পীভূত হইয়া যায়। অতএব সোডিয়াম কার্বনেট স্ফটিক উদত্যাগী।

Deliquescence (উদগ্রহণ) :— কোন কোন স্ফটিক বাতাসে রাখিলে উহারা বাতাস হইতে জলীয় বাষ্প গ্রহণ করিয়া দ্রবীভূত হইয়া পড়ে এবং একটি তরল দ্রবণে পরিণত হয়। এইরূপে বাতাস হইতে জলীয় বাষ্প গ্রহণ করিয়া তরল দ্রবণ হওয়ার নাম উদগ্রহণ এবং ঐ সকল স্ফটিককে উদগ্রাহী স্ফটিক বলা হয়।

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড প্রভৃতি স্ফটিক উদগ্রহণ ধর্ম প্রকাশ করে বলিয়া উহাদের উদগ্রাহী স্ফটিক বলা হয়।

Allotropy (বহুরূপতা) :—কখন কখন দেখা যায়, একই মৌল পদার্থ প্রাকৃতিক অবস্থায় ভিন্ন ভিন্ন রূপে বর্তমান থাকে। এই বিভিন্ন রূপগুলির মধ্যে অবস্থাগত ধর্মের পার্থক্য অবশ্যই আছে ; আবার অনেক সময় উহাদের রাসায়নিক ধর্মেরও খানিকটা বৈসাদৃশ্য দেখা যায়। এইরূপ বিভিন্নরূপে বর্তমান থাকার গুণটিকে মৌলের বহুরূপতা বলে। কার্বণ, সালফার, অক্সিজেন, ফসফরাস প্রভৃতির বহুরূপতা হয়। ওজোন গ্যাস অক্সিজেনের রূপভেদ মাত্র। এইরূপ হীরক ও কয়লা, কার্বনের বিভিন্ন রূপ। বহুরূপী মৌলের পরমাণুগুলির গঠন-পদ্ধতির বিভিন্নতার জন্য বিভিন্ন রূপভেদের সৃষ্টি হয়।

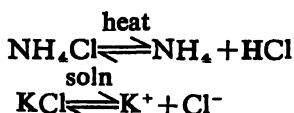
Super-saturated solution. (অতিপৃক্ত দ্রবণ) :—কোন কোন সময় সম্পৃক্ত দ্রবণকে এক উষ্ণতা হইতে নিম্নতর উষ্ণতায় লইয়া আসিলে যে পরিমাণ দ্রাব বাহির হইবার কথা তাহা হয় না। অর্থাৎ নিম্নতর উষ্ণতায় যতটুকু দ্রাব দ্রবণে থাকার কথা তাহা হইতে বেশী পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। এই প্রকারের দ্রবণকে অতিপৃক্ত দ্রবণ বলে। অতিপৃক্ত দ্রবণ খুব অস্থায়ী হয়। একটু নাড়াচাড়া করিলে বা দ্রাব পদার্থের এক টুকরা উহাতে দিলে ঐ অতিপৃক্ত দ্রবণ হইতে অতিরিক্ত দ্রাব বাহির হইয়া আসে এবং দ্রবণটি সম্পৃক্ত হইয়া যায়। সোডিয়াম থায়োসালফেটের কতকগুলি দানা একটি test tube-এর মধ্যে লইয়া গরম করিলে ঐ দানাগুলি সোডিয়াম-থায়োসালফেটের কেলাস জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ঐ দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে উহা হইতে সহজে দানাগুলি পাওয়া যায় না। অর্থাৎ ইহা সোডিয়াম-থায়োসালফেটের অতিপৃক্ত দ্রবণ। এই দ্রবণে এক টুকরা সোডিয়াম-থায়োসালফেট স্ফটিক ফেলিলে সম্পূর্ণ দ্রবণটি কঠিনাকার ধারণ করিবে।

বিয়োজন ও বিযোজন (Dissociation and Decomposition):—

বিযোজন (Decomposition):—যদি একটি বস্তু হইতে উহার অণুগুলি ভাঙ্গিয়া একাধিক নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় এবং এই নূতন পদার্থগুলি সহজে পুনর্মিলিত হইয়া পূর্বের পদার্থে পরিবর্তিত না হইতে পারে, তাহা হইলে এই প্রকারের রাসায়নিক বিক্রিয়াকে 'বিযোজন' বলে। যথা: $2HgO = 2Hg + O_2$। এস্থলে মার্কিউরিক অক্সাইড বিযোজিত হইয়া মার্কারি এবং অক্সিজেনে পরিবর্তিত হইয়াছে; কিন্তু এই দুইটি সহজে মিলিত হইয়া পুনরায় মার্কিউরিক অক্সাইড হইতে পারে না।

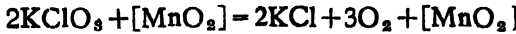
বিয়োজন (Dissociation): যদি কোন পদার্থের অণুগুলি বিশ্লিষ্ট হইয়া একাধিক বস্তু বা আয়ন (ion) উৎপন্ন করে এবং এই সকল উৎপন্ন বস্তু বা আয়ন সহজেই পুনর্মিলিত হইয়া পূর্ব অবস্থা প্রাপ্ত হয়, তাহা হইলে এইরূপ রাসায়নিক বিক্রিয়াকে 'বিয়োজন' বলে ? যথা:

$$NH_4Cl \overset{heat}{\rightleftharpoons} NH_4 + HCl$$

$$KCl \overset{soln}{\rightleftharpoons} K^+ + Cl^-$$

এ স্থলে দুইটি বিপরীত-গতি $\rightleftharpoons$ চিহ্ন মানে উৎপন্ন বস্তু বা আয়ন সহজে মিলিত হইয়া পূর্ব অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

Catalysis (প্রভাবন):—প্রায়ই দেখা যায়, কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় অন্য একটি পদার্থ অল্প পরিমাণে যোগ করিয়া দিলে ঐ বিক্রিয়ার গতির হ্রাস-বৃদ্ধি করা যায়। অথচ এই সকল পদার্থের সহিত ঐ রাসায়নিক বিক্রিয়ার কোন প্রত্যক্ষ সংস্রব নাই। প্রকৃতপক্ষে দেখা যায়, এই পদার্থগুলি বিক্রিয়ার শেষে অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে। এইভাবে বিভিন্ন দ্রব্যের উপস্থিতির সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতির হ্রাস-বৃদ্ধি করাকে 'প্রভাবন' বলা হয়। যে পদার্থ গুলি এই ভাবে বিক্রিয়ার গতিবেগ প্রভাবিত করে তাহাদের 'প্রভাবক' (catalyst) বলে। পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে বিযোজন ক্রিয়ার দ্বারা অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে হইলে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড প্রভাবন ব্যবহার করা হয়। পটাসিয়াম ক্লোরেটের সহিত প্রভাবক ব্যবহার না করিলে বিযোজন বেগ কম হয় এবং তাপমাত্রাও বেশী প্রয়োজন হয়। কিন্তু অল্প পরিমাণে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড প্রভাবক প্রয়োগ করিলে বিযোজন-বেগ

বৃদ্ধি পাইয়া অল্প তাপমাত্রায় প্রচুর অক্সিজেন উৎপন্ন করে, অথচ বিযোজন ক্রিয়ার শেষে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে।

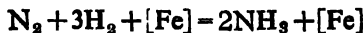
$$2KClO_3 + [MnO_2] = 2KCl + 3O_2 + [MnO_2]$$

Q. 3. Explain with examples any three of the following :—

Water of Crystallisation ; Catalyst ; Fractional distillation. Normal salt ; Acid salt ; Gram molecular weight.

Ans. Water of Crystallisation (কেলাস-জল) :—কোন কোন পদার্থ স্ফটিক আকাব ধাবণ করার সময় উহার প্রত্যেক অণু, দ্রবণ হইতে এক বা একাধিক জলের অণুব সহিত যুক্ত হয়। এই জল অণুগুলি ঐ স্ফটিকের জ্যামিতিক আকারের জন্য দায়ী ; কেননা যদি জল অণুগুলি কোন প্রকারে বাহির করিয়া দেওয়া হয় তাহা হইলে, ঐ স্ফটিকের জ্যামিতিক আকার নষ্ট হইয়া যায়। এইরূপে যে সকল জল অণু কোন স্ফটিকের জ্যামিতিক আকারের জন্য দায়ী হয় তাহাদিগকে কেলাস-জল বলে। কপার সালফেট স্ফটিকের ($CuSO_4, 5H_2O$) মধ্যে 5 টি কেলাস জল অণু আছে। উত্তাপের সাহায্যে এই জল অণুগুলিকে বাষ্পাকারে বাহির করিয়া দিলে অনিয়তাকার (Amorphous) কপার সালফেট হইয়া যায়। এইরূপে $MgSO_4,7H_2O$ হইতে জল অণু বাহির করিয়া দিলে উহা অনিয়তাকার হইয়া যায়।

Catalyst (প্রভাবক) :—যে সকল পদার্থের উপস্থিতিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগ হ্রাস বৃদ্ধি করা যায় সেই পদার্থগুলিকে 'প্রভাবক' বলে। প্রভাবক পদার্থটি এমন হওয়া উচিত যাহা বিক্রিয়ার শেষে অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে এবং প্রয়োগের জন্য অল্প পরিমাণে প্রয়োজন হয়।

উদাহরণের জন্য Q. 2 Catalysis দেখ। হাইড্রোজেন এবং নাই-ট্রোজেন বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করিতে হইলে হেভার প্রণালীতে লৌহচূর্ণ প্রভাবক ব্যবহার করা হয়।

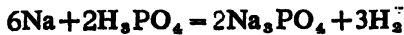
$$N_2 + 3H_2 + [Fe] = 2NH_3 + [Fe]$$

প্রভাবক দুই প্রকারের হয়। (১) যে সকল প্রভাবক রাসায়নিব ক্রিয়া দ্রুততর করে তাহাদের 'বর্ধক' (positive) এবং যাহারা বিক্রিয়াব গতি কমাইয়া দেয় তাহাদের 'বাধক' (negative) প্রভাবক বলে অকসিজেন প্রস্তুতের সময় MnO_2 বর্ধক প্রভাবক এবং Na_2SO_3 বিযোজন বন্ধ করিবার জন্য glycerine 'বাধক' প্রভাবক ব্যবহার করা হয়।'

Fractional distillation (আংশিক পাতন):—দুই বা ততোধিক তরল পদার্থের মিশ্রণকে বিভিন্ন উষ্ণতায় পাতন-ক্রিয়া দ্বারা পৃথক করার নাম আংশিক পাতন। ইথার (ether) এবং বেন্‌জিনের (benzene) তরল মিশ্রণ হইতে উহাদিগকে পৃথক করিতে হইলে আংশিক পাতনের সাহায্যে করা যায়। একটি পাতন-কূপীতে ঐ মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে ৩৫°C উষ্ণতায় কেবলমাত্র ইথার বাষ্পীভূত হইয়া শীতক বাহিয়া গ্রাহক কূপীতে জমা হইবে। মিশ্রণ হইতে এইভাবে সম্পূর্ণ ইথার বাষ্পীভূত হইয়া গ্রাহককূপীতে জমা হইলে মিশ্রণের উষ্ণতা বাড়িয়া ৮০°C-এতে পৌঁছিবে। এই উষ্ণতায় বেন্‌জিন বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া শীতক বাহিয়া অন্য একটি গ্রাহক কূপীতে জমা হইবে এবং এইরূপে ঐ মিশ্রণ হইতে ইথার ও বেন্‌জিন পৃথক করা যাইবে।

Normal salt (শমিত লবণ):—অ্যাসিডের সমস্ত হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে 'শমিত লবণ' বলে। যথা: সালফিউরিক অ্যাসিডের এক অণুতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে সোডিয়াম ধাতুর দ্বারা এই পরমাণু দুইটি প্রতিস্থাপিত করিলে শমিত সোডিয়াম সালফেট পাওয়া যায়।

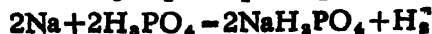
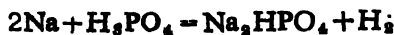
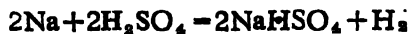
$$2Na+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2$$

এইরূপে ফসফরিক অ্যাসিড হইতেও শমিত সোডিয়াম ফসফেট উৎপন্ন করা যায়।

$$6Na+2H_3PO_4=2Na_3PO_4+3H_2$$

Acid salt (অম্ল-লবণ):—যদি অ্যাসিডের হাইড্রোজেন আংশিকভাবে প্রতিস্থাপিত হয়, তবে উৎপন্ন লবণের অণুতে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু থাকিয়া যাইবে। এই রকম লবণকে 'অম্ল-লবণ' বলে। সালফিউরিক অ্যাসিডের এক অণু হইতে যদি একটি হাইড্রোজেন পরমাণু সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায় তাহা হইলে অম্ল সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়? এইরূপে ফসফরিক অ্যাসিড হইতে অম্ল-লবণ পাওয়া যাইতে পারে।

$$2Na+2H_2SO_4=2NaHSO_4+H_2$$

$$2Na+H_3PO_4=Na_2HPO_4+H_2$$

$$2Na+2H_3PO_4=2NaH_2PO_4+H_2$$

Gram-molecular weight (গ্রাম-অণু):—পদার্থের আণবিক গুরুত্ব একটি সংখ্যা মাত্র; ইহার কোন একক নাই। যদি এই আণবিক গুরুত্ব সংখ্যাকে গ্রাম ওজনের দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাহা হইলে ঐ ওজনকে 'গ্রাম-অণু' বলে। যেমন সালফিউরিক অ্যাসিডের আণবিক গুরুত্ব ৯৮। এই সংখ্যাকে গ্রামে প্রকাশ করিলে তখন বলা হইবে যে, ৯৮ গ্রাম হইল সালফিউরিক অ্যাসিডের এক গ্রাম-অণু। সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিডের দশ গ্রা-অণু বলিলে ১০ × ৯৮ গ্রাম ওজন বুঝাইবে। এইরূপে জলের দুই গ্রাম-অণু বলিলে ২ × ১৮ গ্রাম জল হইবে। এখানে জলের আণবিক গুরুত্ব ১৮।

Q. 4. Write short notes on the following :—

Electrolytic dissociation ; Exothermic reaction ; Endothermic reaction ; Sublimation.

Ans. Electrolytic dissociation (তড়িৎ-বিয়োজন):—আরহেনিয়াসের মতানুসারে কোন তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (Electrolyte) পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় প্রাপ্ত হইলে উহার অণু বিয়োজিত হইয়া দুইটি ভিন্নধর্মী বিদ্যুৎযুক্ত কণার সৃষ্টি করে। ইহাদের মধ্যের পজিটিভ বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে 'ক্যাটায়ন' (cation) এবং নেগেটিভ বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে 'অ্যানায়ন' (anion) বলে। তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থটি দ্রবণ হইতে বাহির করিয়া লইলে ঐ ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়ন সহজে মিলিত হইয়া পূর্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়। কোন তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থের এই প্রকারের বিয়োজনকে 'তড়িত-বিয়োজন' বলে। সোডিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত করিলে উহার এক অণু বিয়োজিত হইয়া একটি সোডিয়াম আয়ন (ক্যাটায়ন) এবং একটি ক্লোরিণ আয়নে (অ্যানায়ন) পরিণত হয়। দ্রবণ হইতে জল বাষ্পাকারে উড়াইয়া দিলে ঐ সোডিয়াম আয়ন এবং ক্লোরিণ আয়ন সংযুক্ত হইয়া পুনরায় সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

$$NaCl \rightleftharpoons Na^{+} + Cl^{-}$$

এইরূপে সোডিয়াম নাইট্রেট জলে দ্রবীভূত করিলে উহার তড়িত-বিয়োজন হয়।

$$NaNO_3 \rightleftharpoons Na^{+} + NO_3^{-}$$

এ স্থলে NO_3 কে অ্যানায়ন বলে।

Exothermic reaction (তাপ-উদ্গারী বিক্রিয়া):—রাসায়নিক পরিবর্তন কালে সাধারণতঃ তাপ-বিনিময় হইয়া থাকে। বিক্রিয়ার সময় হয় তাপ

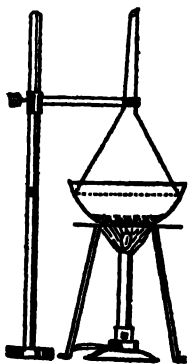
বাহির হইয়া আসে অথবা তাপের শোষণ হয়। যে সকল বিক্রিয়াতে তাপ বাহির হয় তাহাদিগকে 'তাপ-উদ্গারী বিক্রিয়া' বলে। যতটুকু তাপ বাহির হয় উহার পরিমাণ-সংখ্যা যোগ চিহ্ন সহ বিক্রিয়া সমীকরণের ডানদিকে লেখা হয়। যথা:

$C+O_2=CO_2+97000$ Calories (তাপ-উদ্গারী)।

Endothermic reaction (তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া):—রাসায়নিক পরিবর্তনকালে যদি তাপের শোষণ হয় তাহা হইলে এইরূপ বিক্রিয়াকে 'তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া' বলে। যতটুকু তাপের শোষণ হয় উহার পরিমাণ-সংখ্যা বিয়োগ চিহ্ন সহ বিক্রিয়া সমীকরণের ডানদিকে লেখা হয় যথা:

$N_2+O_2=2NO-43200$ Calories (তাপ-গ্রাহী)।

তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া উচ্চ উষ্ণতায় ভাল হয়; কিন্তু তাপ-উদ্গারী বিক্রিয়া নিম্ন উষ্ণতায় ভাল হইয়া থাকে।

Sublimation (ঊর্ধ্বপাতন): কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করিলে উহা সাধারণতঃ প্রথমে তরলে পরিণত হয় এবং আরো উত্তাপে তরল হইতে গ্যাসে পরিণত হয়। ঐ গ্যাস ঠাণ্ডা করিলে প্রথমে তরল এবং পরে পুনরায় কঠিনে পরিণত হইয়া যায়। কিন্তু কোন কোন কঠিন বস্তুকে উত্তপ্ত করিলে উহা তরল না হইয়া সোজাসুজি গ্যাসে পরিণত হয় এবং ঠাণ্ডা করিলে গ্যাস হইতে সোজা কঠিন অবস্থায় আসে। এই ভাবে উত্তাপে কঠিন অবস্থা হইতে গ্যাসে এবং ঠাণ্ডা করিলে গ্যাস হইতে সরাসরি কঠিন অবস্থায় প্রত্যাবর্তনকে 'ঊর্ধ্বপাতন' বলে। আয়োডিন, নিশাদল, কর্পূর প্রভৃতির এইরূপ ধর্ম আছে। একটি খর্পরে (basin) কিছুটা নিশাদল লইয়া উহার উপর একটি ফানেল উল্টা করিয়া ঢাকিয়া দেওয়া হইল।

এইবার খর্পরটি বুনসেন দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে নিশাদল বাষ্পীভূত হইয়া ফানেলের নলের ঠাণ্ডা অংশে লাগিয়া জমিয়া কঠিন হইবে।

5. • Laws of Chemical Combination

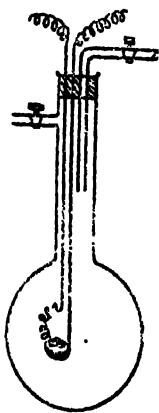
Q. 1. Explain the Law of Conservation of mass and describe experiments to show that it holds good for burning of charcoal and magnesium.

Ans. Law of Conservation of mass (জড়পদার্থের নিত্যতাবাদ) :

যে কোন রাসায়নিক বা অবস্থাগত পরিবর্তনের ফলে পদার্থের ধ্বংস বা ওজনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না; কেবল মাত্র পদার্থের রূপান্তর ঘটে। ইহাই জড়পদার্থের নিত্যতাবাদ। অর্থাৎ পদার্থের বিনাশ নাই শূন্য হুঁর হইতে পদার্থের সৃষ্টি হওয়া অথবা পদার্থের ধ্বংস হইয়া শূন্য হওয়াও সম্ভব নয়।

নিম্নলিখিত পরীক্ষাদ্বারা জড়পদার্থের নিত্যতাবাদ প্রমাণ করা যায় :—

(১) Experiment with charcoal :—

এমন একটি শক্ত ও পুরু কাচের কূপী লওয়া হইল যাহার মুখ একটি রবারের ছিপিদ্বারা বন্ধ করা যায়। ঐ রবারের ছিপিতে ছিদ্র করিয়া 'ক' ও

খ' দুইটি তামার তার প্রবেশ করান হইল। 'ক' তারের শেষ প্রান্তে একটি ছোট তাম'র বাটি আছে। 'খ' তারটি প্রায় ঐ বাটি পর্য্যন্ত প্রবেশ করিবে, কিন্তু বাটি স্পর্শ করিবে না। এক টুকরা কাঠকয়লা ঐ বাটিতে রাখিয়া উহাকে এক টুকরা প্লাটিনাম তার দিয়া জড়াইয়া ঐ প্লাটিনাম তারের এক প্রান্ত 'খ' তারের সহিত যুক্ত করিয়া দেওয়া হইল। এই সকল শুদ্ধ রবারের ছিপিটি ঐ কূপীর মুখে শক্ত করিয়া আঁটিয়া দেওয়া হইল এবং কূপীটির ওজন লওয়া হইল। 'ক' এবং 'খ' তারের বহির্ভাগ দুইটির সহিত ব্যাটারি যুক্ত করিলে তারের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইল এবং প্লাটিনাম তারটি উত্তপ্ত হইয়া কাঠকয়লাখণ্ডকে কূপীস্থিত বায়ুর সাহায্যে প্রজ্জলিত করিল। এইরূপে কিছুক্ষণের মধ্যে

সম্পূর্ণ কাঠকয়লা টুকরা জলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হইল। এইবার কূপীটিকে ঠাণ্ডা করিয়া পুনরায় উহার ওজন লইলে দেখা গেল, পুর্বের ওজনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় নাই। ইহা হইতে জানা গেল যে, কাঠকয়লার রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে পদার্থের সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না।

(২) Experiment with Magnesium :- একটি কাচের ছোট বকযন্ত্রের মধ্যে কিছু ম্যাগনেসিয়াম টুকরা লইয়া ঐ যন্ত্রের মুখ গলাইয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। ম্যাগনেসিয়াম সহ ঐ বকযন্ত্রের ওজন লইয়া উহা উত্তপ্ত করা হইল। ইহাতে ম্যাগ্‌নেসিয়াম বকযন্ত্রস্থিত বায়ুর সাহায্যে প্রজ্বলিত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড এবং কিছুটা ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইডে পরিণত হইল। কিছু সময়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পূর্ণ হইলে জলন বন্ধ হইয়া যাইল। বকযন্ত্রটি ঠাণ্ডা করিয়া উহার ওজন পুনরায় লইলে পূর্ব ওজনের কোন তারতম্য দেখা গেল না। সুতরাং এই পরীক্ষা হইতে সিদ্ধান্ত করা গেল যে, পদার্থের বিলোপ বা বৃদ্ধি নাই।

Q. 2. Define and Illustrate the Laws of definite and multiple proportions. Explain the Law of multiple proportion in the light of Dalton's Atomic theory.

Two oxides of a metal M contain 20·10% and 11·18% by weight of oxygen respectively. If the formula of the second oxide be M_2O, find that of the other.

Ans. 1st portion :—Law of definite or Constant proportion (স্থিরানুপাত সূত্র):– "যৌগিক পদার্থমাত্রই নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে গঠিত।" ইহাকেই স্থিরানুপাত সূত্র বলে।

নদী, পুকুর, বৃষ্টি প্রভৃতির জল লইয়া বিশ্লেষণ করিলে উহাদের প্রত্যেকটির মধ্যে কেবল মাত্র হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন পাওয়া যায় এবং সর্বক্ষেত্রে ইহাদের ওজনের অনুপাত ১ : ৮ থাকে। চিনিতে সর্বদাই কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত ৭২ : ১১ : ৮৮ থাকে।

(২) Law of multiple proportion (গুণানুপাত সূত্র) :— "বিভিন্ন ওজনের একটি মৌলিক পদার্থ যদি নির্দিষ্ট ওজনের একটি মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া বিভিন্ন যৌগিক পদার্থ গঠন করে, তাহা হইলে প্রথম

পদার্থের ঐ বিভিন্ন ওজনগুলি একটি সরল অনুপাতে থাকে।" ইহাকেই গুণানুপাত সূত্র বলে।

উদাহরণ :

(ক) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া জল এবং হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড উৎপন্ন হয়।

জলে, হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের ওজন অনুপাত = ১ : ৮ হাইড্রোজেন; পার অক্সাইডে, হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের ওজন অনুপাত = ১ : ১৬।

এই অনুপাত হইতে দেখা যায়, ১ ওজন হাইড্রোজেন ৮ এবং ১৬ ওজন অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া দুইটি ভিন্ন যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করিয়াছে। অক্সিজেনের এই বিভিন্ন ওজনের অনুপাত ৮ : ১৬ অর্থাৎ ১ : ২। ইহা একটি সরল অনুপাত।

(খ) কার্বন এবং অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া কার্বন মনোঅক্সাইড এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড হয়।

কার্বন মনোঅক্সাইডে, কার্বন ও অক্সিজেনের অনুপাত = ৩ : ৪
কার্বন ডাই অক্সাইডে, " " = ৩ : ৮
ইহাতে বিভিন্ন ওজন অক্সিজেনের অনুপাত = ৪ : ৮ অর্থাৎ ১ : ২

Explanation :—

মনে করা যাউক A এবং B দুইটি মৌলিক পদার্থ, উহারা সংযুক্ত হইয়া দুইটি বিভিন্ন যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করিয়াছে। ডালটনের পরমাণুবাদ অনুযায়ী, A এবং B-এর পরমাণুর সমাবেশের দ্বারাই ঐ যৌগিক পদার্থ, দুইটি উৎপন্ন হইবে। যদি প্রথম যৌগিক পদার্থে একটি A পরমাণুর সহিত একটি B পরমাণু যুক্ত হইয়া থাকে তাহা হইলে ঐ পদার্থের সঙ্কেত AB হইবে। দ্বিতীয় যৌগিক পদার্থে 2 A পরমাণুর সহিত 3 B পরামাণু যুক্ত থাকিলে উহার সঙ্কেত A_2B_3 হইবে।

যদি A এবং B মৌলের পরমাণুর ওজন, যথাক্রমে x gms এবং y gms হয় তাহা হইলে সঙ্কেত অনুযায়ী প্রথম যৌগিক পদার্থে মৌলগুলির ওজনের অনুপাত $= x : y$ এবং দ্বিতীয় যৌগিক পদার্থে উহাদের অনুপাত হইবে $2x : 3y$ অর্থাৎ $x : \frac{3}{2}y$.

যে বিভিন্ন ওজন B, x ওজন A-এর সহিত সংযুক্ত হইয়াছে, উহার

অনুপাত $= y : \frac{3}{2}y$ অর্থাৎ 2 : 3। ইহা একটি সরলানুপাত। অতএব ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে গুণানুপাত-সূত্র প্রমাণ করা হইল।

2nd portion :—

প্রথম পদার্থে অক্সিজেন এবং ধাতুর ওজন অনুপাত $= 10.1 : 79.9 = 1 : 4$ প্রায়।
দ্বিতীয় পদার্থে অক্সিজেন এবং ধাতুর ওজন অনুপাত $= 11.18 : 88.82$
$= 1 : 8$ প্রায়।

ঐ ধাতুটির যে বিভিন্ন ওজন, একই ওজন অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া দুইটি বিভিন্ন অক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে উহার অনুপাত $= 4 : 8 = 1 : 2$

অর্থাৎ অকসাইড দুইটিতে ধাতুর পরমাণু অনুপাত ও 1 : 2 হইবে।

সুতরাং যদি দ্বিতীয় অকসাইডের ফরমুলা M_2O হয় তাহা হইলে প্রথমটির ফরমুলা MO হইবে।

Q. 5. State the Laws of constant and multiple proportions.

0.46 gm of Mg gives 0.77 gm of MgO ; and 0.82 gm of Mg liberates 760 c.c of hydrogen at N. T. P. from an acid. Show that the results illustrate the law of chemical combination.

Ans. 1st Portion :— Q. 2 Ans দেখ।

2nd Portion :—

MgO-তে অক্সিজেনের পরিমাণ $= 0.77 - 0.46 = 0.31$ gm অর্থাৎ 0.46 gm Mg-এর সহিত 0.31 gm অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়াছে।

অথবা, 1 gm Mg-এর সহিত 0.674 gm অক্সিজেন সংযুক্ত।

760 c.c হাইড্রোজেনের N. T. P.-তে ওজন $= 760 \times 0.00009$ gm

($\because$ 1 c. c. H_2 at N. T. P. $= 0.00009$ gm) $= 0.0684$ gm

অর্থাৎ 0.82 gm Mg-এর দ্বারা 0.0684 gm H_2 প্রতিস্থাপিত বা সংযুক্ত হয়।
অথবা 1 gm Mg-এর দ্বারা 0.0834 gm H_2 প্রতিস্থাপিত বা সংযুক্ত হইতে পারে।

সুতরাং একই ওজন Mg-এর সহিত সংযুক্ত হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের ওজনগুলির অনুপাত $= 0.0684 : 0.674 = 1 : 8$ প্রায়।

দেখা যায় যে, যখন হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে তখন উহাদের ওজনের অনুপাত 1 : 8.। ইহা (Law of Equivalent Proportion) তুল্যাঙ্ক অনুপাত সূত্র প্রমাণ করে।

Q. 4. State and illustrate the Law of multiple and definite proportion.

Two oxides of a metal, when heated to a constant weight in a current of hydrogen gave 0·12586 gm and 0·2264 gm of water per grame of the oxide used. If the formula of the latter is given by MO, find that of the other.

Ans. 1st portion :—Q. 2 ans দেখ।

2nd portion—

0·12586 gm জলের মধ্যে অক্সিজেনের ওজন $=\frac{16}{18}\times 0{\cdot}12586$

(∵ 18 gm H_2O contain 16 gm O_2) = 0·11187 gm

সুতরাং প্রথম অক্সাইডের মধ্যে ধাতুর ওজন = 1 − 0·11187 = 0·88813 = 0·89 gm.

অথবা, ধাতু এবং অক্সিজেনের অনুপাত = 0·89 : 0·112 প্রায়।

দ্বিতীয় অক্সাইডের 1 gm-এ অক্সিজেনের ওজন $=\frac{16}{18}\times 0{\cdot}2264 = 0{\cdot}2$gm

∴ ধাতুর ওজন = 1—0·2 = 0·8 gm.

অথবা, ধাতু এবং অক্সিজেনের অনুপাত = 0·8 : 0·2

ধাতুটির যে বিভিন্ন ওজন, একই ওজন অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া প্রথম ও দ্বিতীয় অক্সাইড উৎপন্ন করিয়াছে তাহার অনুপাত

$$=\frac{0{\cdot}89}{0{\cdot}112}:\frac{0{\cdot}8}{0{\cdot}2}=2:1$$

সুতরাং দ্বিতীয় অক্সাইড MO হইলে প্রথম অকসাইড M_20 হইবে।

6. Gas Laws.

Q. 1 (a) Define Boyle's Law and Charle's Law and bring out a mathematical deduction combining these two laws.

(b) A given mass of a gas occupies a volume of 2.5 litres at 0°C and 76 cm pressure of mercury. Find its volume at 546°C and 150 cm pressure of mercury.

Ans (a) (বয়েল সূত্র) :—

Boyle's Law—"নির্দিষ্ট উষ্ণতায় চাপের বৃদ্ধি ও হ্রাসের অনুপাতে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন যথাক্রমে কমিবে ও বাড়িবে"। ইহাই বয়েল সূত্র। অর্থাৎ নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের আয়তন উহার চাপের ব্যস্তানুপাতিক হয়। V আয়তনবিশিষ্ট গ্যাসের P চাপ হইলে—

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ when temperature is constant}$$

অথবা, $P \times V = k$ (constant)

Charle's Law (চার্লস্ সূত্র) :—"নির্দিষ্ট চাপে, কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন, প্রতি সেন্টিগ্রেড ডিগ্রি উষ্ণতার পরিবর্তনে, উহার 0° সেন্টিগ্রেডের আয়তনের ১/২৭৩ অংশ প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয়"। অর্থাৎ নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের আয়তন উহার পরম উষ্ণতার (absolute temperature) অনুপাতিক হয়। V আয়তন বিশিষ্ট গ্যাসের পরম উষ্ণতা T হইলে—

$$V \propto T, \text{ when pressure is constant}$$

অথবা $V = kT$ (k = constant)

দুইটি সূত্রের সমন্বয়—

বয়েল সূত্র, $V \propto \frac{1}{P}$ when T is constant.

চার্লস সূত্র, $V \propto T$, when P is constant.

একত্র করিলে $V \propto \frac{T}{P}$

সুতরাং $\frac{PV}{T} = k$ (যখন P, V, T সকলেই পরিবর্তনীয়)

যদি নির্দিষ্ট ওজনের গ্যাসের দুই অবস্থায় চাপ, আয়তন ও উষ্ণতা যথাক্রমে P_1, V_1, T_1, এবং P_2, V_2, T_2, হয় ;

তাহা হইলে $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = k$ (constant)

Ans (b) গ্যাসের প্রথম অবস্থায় $P_1 = 76$ cm, $V_1 = 2\cdot5$ lits

$T_1 = 0 + 273 = 273$Abs (পরম)

গ্যাসের দ্বিতীয় অবস্থায় $P_2 = 150$ cm, $T_2 = 546 + 273$

$= 819$ Abs, $V_2 = ?$

অথবা $\frac{76 \times 2\cdot5}{273} = \frac{150 \times V_2}{819}$

$\therefore V = \frac{76 \times 2\cdot5 \times 819}{273 \times 150} = 3\cdot22$ litres.

Q. 2. State Boyle's Law and Charle's Law and connect them in the form of an equation.

A flask can bear pressure upto 1·6 atmospheres. It is filled with chlorine at 10°C and 764 mm pressure. It is now heated till the flask explodes. At what temperuture does the explosion take place ?

Ans, 1st portion—Q. 1. ans দেখ।

2nd portion—

$P_1 = 764$ mm, $T_1 = 273 + 10 = 283$ abs

$P_2 = 1\cdot6 \times 760 = 1216$ mm. $T_2 = ?$

(আয়তনের পরিবর্তন হয় নাই)

অথবা, $\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$

$$\therefore \quad T_2=\frac{P_2 \times T_1}{P_1}=\frac{1216 \times 283}{764}=450 \text{ abs}$$

$$=450-273=177^{\circ}C$$

সুতরাং 177°C উষ্ণতায় বিস্ফোরণ হইবে।

7. Theory and Hypothesis

Q. 1. Write a short note on Dalton's Atomic Theory and show how it has explained the first three laws of Chemical combination.

Ans. Dalton's Atomic Theory (ডালটনের পরমাণুবাদ):— পদার্থের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণিকা আছে, এ ধারনা বহুকাল হইতে দার্শনিকেরা পোষণ করিয়া আসিয়াছেন। হিন্দু দার্শনিক 'কনাদ' ও এ কথা বলিয়া গিয়াছেন। নিউটন এবং রবার্ট বয়েলও অনুরূপ মতবাদ প্রচার করিয়াছেন। কিন্তু বস্তুর গঠন সম্বন্ধে সুনির্দিষ্ট মতবাদ, এ যুগে সর্বপ্রথম ডালটন প্রচার করেন। ইহাকে ডালটনের পরমাণুবাদ বলা হয়। ইহার স্বীকার্যগুলি এই :—

(১) পদার্থগুলি অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিরেট কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলি অ-খণ্ডনীয় ; এবং ইহাদের পরমাণু বলা যাইতে পারে। রাসায়নিক ক্রিয়াতে পরমাণুর হ্রাসবৃদ্ধি হয় না।

(২) একই মৌলিক পদার্থের সকল পরমাণু একই ওজনের হয়। অন্য রকমেও উহারা অভিন্ন। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বিভিন্ন ওজনের হয়।

(৩) রাসায়নিক সংযোগের সময় বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণুর সুনির্দিষ্ট সরল অনুপাতে সমাবেশ হইয়া থাকে এবং বিভিন্ন পরমাণুর সংযোগে যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের সৃষ্টি হয়।

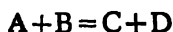
বহু রকমের পরীক্ষার সাহায্যে এই স্বীকার্যগুলির সত্যতা প্রমাণিত হইয়াছে। অবশ্য বর্তমানে ইলেকট্রন, প্রোটন, প্রভৃতি আবিষ্কারের ফলে স্বীকার্যগুলির ব্যাখ্যা ও প্রয়োগের খানিকটা পরিবর্তন প্রয়োজন হইয়াছে।

Explanations :—

(i) Law of Conservation of mass (জড় পদার্থের নিত্যতাবাদ) :

"কোন রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাদের যুক্ত ভর, বিক্রিয়গুলির যুক্তভরের সমান হয়।" অর্থাৎ রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে পদার্থের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না। ইহার ব্যাখ্যা ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে করা যায়। তাহা এইরূপ, যথা—

মনে করা যাইল A একটি পদার্থ উহা B পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইয়া C এবং D পদার্থ উৎপন্ন করিল।

$$A+B=C+D$$

ডালটনের মতবাদ অনুযায়ী পদার্থগুলি পরমাণু দ্বারা গঠিত এবং রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে ইহাদের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না। সুতরাং A এবং B পদার্থগুলির মধ্যে যতগুলি পরমাণু ছিল, বিক্রিয়ার পর C এবং D পদার্থগুলির মধ্যে ততগুলি পরমাণু আছে। যেহেতু পরমাণুর নির্দিষ্ট ভর আছে সুতরাং রাসায়নিক ক্রিয়ার পুর্বে মোট যত ভর ছিল বিক্রিয়া শেষে মোট ভর ততটুকু থাকিবে। অর্থাৎ পদার্থের ভর রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না।

(ii) Law of constant proportion (স্থিরানুপাত সূত্র) :—"যৌগিক পদার্থ মাত্রই নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে গঠিত"। ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে ইহার ব্যাখ্যা এইরূপ, যথা :—

ধরা হইল A একটি মৌলিক পদার্থ উহা B মৌলিক পদার্থের সহিত সংযুক্ত হইয়া AB যৌগিক পদার্থ হইল। ডালটনের মতবাদ অনুযায়ী, A এবং B এর পরমাণুগুলি একটি নির্দিষ্ট সরল অনুপাতে সমাবেশ হইয়া AB যৌগিক পদার্থউৎপন্ন করিয়াছে। ধরা যাইল এই অনুপাত $=2:3$. অর্থাৎ যদি A মৌলের x পরমাণুর সহিত B মৌলের y পরমাণুর সমাবেশ হয়, তাহা হইলে $x:y=2:3$। যেহেতু একই মৌলিক পদার্থের সকল পরমাণু একই ওজনের এবং বিভিন্ন মৌলের পরমাণু বিভিন্ন ওজনের হয়, সুতরাং A-এর x

পরমাণুর ওজন নির্দিষ্ট এবং B-এর y পরমাণুর ওজনও নির্দিষ্ট। সুতরাং A এবং B-এর ওজন অনুপাতও নির্দিষ্ট আছে।

(iii) Law of multiple proportion-এর ব্যাখ্যার জন্য Q. 2. Ans of Laws of Chemical combination দেখ।

Q. 2. What led to the adoption of Avogadro's hypothesis? State the hypothesis. Prove that the molecular weight of a gaseous substance is twice its vapour density.

Ans.

ডালটন তাহার পরমাণুবাদ প্রকাশ করিবার পর ইহার সাহায্যে বৈজ্ঞানিকরা গ্যাস আয়তন সূত্রটিকে বুঝিবার এবং ব্যাখ্যা করিবার চেষ্টায় ছিলেন। এই বিজ্ঞানীদের মধ্যে বার্জেলীয়াস অন্যতম। তিনি বলেন, যদি—

(a) আয়তন সূত্র অনুসারে গ্যাসীয় মৌলিক পদার্থগুলি আয়তনের সরল অনুপাতে সংযুক্ত হয়,

এবং (b) ডালটনের মতানুসারে পরমাণুগুলিও সরল অনুপাতে মিলিত হয়; তাহা হইলে সম আয়তন বিশিষ্ট বিক্রিয়ক গ্যাসগুলির পরমাণুগুলির মধ্যে ও একটি সরল সম্বন্ধ আছে। এই যুক্তি হইতে বার্জেলীয়াস সিদ্ধান্ত করিলেন: 'নির্দিষ্ট চাপ এবং উষ্ণতায়, সম-আয়তন বিশিষ্ট যে কোন গ্যাসে একই সংখ্যক পরমাণু থাকে'। কিন্তু এই সিদ্ধান্ত গে-লুসাকের গ্যাসায়াতন সূত্রে প্রয়োগ করিতে যাইলে উহার ত্রুটি বাহির হইল। তাহা এইরূপ:—

পরীক্ষার দ্বারা জানা গিয়াছে, এক আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন ক্লোরিনের সংযোগে দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়।

অর্থাৎ 1 Vol Hydrogen + 1 Vol Chlorine = 2 Vols Hydrochloric Acid,

যদি মনে করা যায়, এক আয়তনে x পরমাণু আছে তাহা হইলে বার্জেলীয়াসের সিদ্ধান্ত অনুসারে দুই আয়তনে $2x$ পরমাণু আছে। অর্থাৎ

x atoms hydrogen + x atoms chlorine = $2x$ atoms hydrochloric acid

Or, 1 atom hydrogen + 1 atom chlorine = 2 atoms hydrochloric acid

(ii) The gram-molecular volume of any gas is 22·4 litres at N. T. P.

Ans. Q. 2 Ans দেখ। এবং

(ii) Gram-molecular volume :

হাইড্রোজেনের এক গ্রাম অণু = 2 গ্রাম

এবং 1 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন 0·000089 গ্রাম at N. T. P.

অর্থাৎ 0·000089 গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন 1 c.c at N. T. P.

$$1 \text{ গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন} = \frac{1}{0{\cdot}000089} \quad \text{at N. T. P.}$$

$$\therefore\ 2 \text{ গ্রাম} \quad \text{ঐ} \quad \text{ঐ} = \frac{2}{0{\cdot}000089}$$

$$= 22{\cdot}4 \text{ লিটার at N. T. P.}$$

যেহেতু যে কোন রকম পদার্থের এক গ্রাম-অণুতে একই সংখ্যক অণু আছে, অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুযায়ী উহাদের আয়তনও একই হইবে। সুতরাং N. T. P-তে এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের আয়তন 22·4 লিটার হইলে যে কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থায় এক গ্রাম-অণুর আয়তন N. T. P-তে 22·4 লিটার।

Q. 4. Enunciate Avogadro's Law. What are its important deductions ? State how it has been used to prove that :

(*i*) The molecular weight of any gas is twice its vapour density.

(*ii*) The atomicity of oxygen is two.

Ans. Avogadro's Law (অ্যাভোগাড্রোর সূত্র) :— Q. 2. ans-এ অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প দেখ ? এই প্রকল্পের সত্যতা বহু রকমে পরীক্ষিত ও নিঃসন্দেহে প্রমাণিত হইয়াছে বলিয়া বর্তমানে ইহাকে প্রকল্প না বলিয়া সূত্র বলা হয়।

Important deductions :

(১) গ্যাসীয় মৌলিক পদার্থের অণু দ্বি-পরমাণুক।

(২) পদার্থের আণবিক গুরুত্ব উহার Vapour density-র দ্বিগুণ।

(৩) নির্দিষ্ট উষ্ণতায় এবং চাপে এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থায় আয়তন একই হইবে।

(৪) পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা সম্ভব।

(৫) গ্যাসীয় যৌগিক পদার্থের উপাদানের আয়তনের অনুপাত হইতে পদার্থটির ফরমুলা নির্ণয় করা সম্ভব।

(*i*) ইহার উত্তর Q. 2. ans. দেখ।

(*ii*) Atomicity of Oxygen :— পরীক্ষাতে দেখা গিয়াছে, ২ আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত ১ আয়তন অক্সিজেন সংযুক্ত হইলে ২ আয়তন ষ্টীম উৎপন্ন হয়।

অর্থাৎ 2 vols Hydrogen + 1 vol Oxygen = 2 vols steam

যদি ১ আয়তন গ্যাসে x অণু থাকে তাহা হইলে অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুযায়ী

$2x$ molecules Hydrogen + x molecule Oxygen
= $2x$ molecules steam.

or, 2 molecules Hydrogen + 1 molecule Oxygen
= 2 molecules steam

or, 1 molecule Hydrogen + $\frac{1}{2}$ molecule Oxygen
= 1 molecule steam

অর্থাৎ বাষ্পের একটি অণুতে $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন বর্তমান। অক্সিজেনের ১ অণুতে অন্ততঃপক্ষে ২টি পরমাণু না হইলে উহার $\frac{1}{2}$ অণু হওয়া সম্ভব নয়। সুতরাং ১ অণু অক্সিজেনে কমপক্ষে ২টি পরমাণু থাকা প্রয়োজন। Ratio of the specific heats হইতে বর্তমানে নিশ্চিন্ত রূপে প্রমাণ করা হইয়াছে যে, অক্সিজেনের অণু দ্বি-পরমাণুক।

Q. 6. State Avogadro's Law. Describe how it has helped to determine atomic weights of elements which form stable gaseous or volatile compounds. Give one example only.

Ans. **For Avogadro's Law Q. 2. এর ans দেখ।**

Determination of atomic weight :

অ্যাভোগাড্রোর-প্রকল্প সাহায্যে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব স্থির করা সম্ভব। ইহার জন্য নিম্নলিখিত পরীক্ষা প্রয়োজন :—

(১) যে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব জাঁনা প্রয়োজন উহার কতকগুলি গ্যাসীয় অথবা উদ্বায়ী যৌগিক পদার্থ লইতে হইবে। উহাদের আণবিক গুরুত্ব অ্যাভোগাড্রোর-প্রকল্প হইতে সিদ্ধান্তের সাহায্যে নির্ণয় করিতে হইবে।

(২) ঐ সকল যৌগিক পদার্থ বিশ্লেষণ করিয়া উহাদের গ্রাম-অণু পরিমাণ বস্তুতে ঐ মৌলিক পদার্থের কতটা আছে, তাহা নির্ণয় করিতে হইবে।

যদি বহুসংখ্যক যৌগিক পদার্থ এই ভাবে পরীক্ষা করা যায় তবে অন্ততঃ একটি পদার্থ পাওয়া যাইবে যাহার অণুতে মৌলিক পদার্থটির একটি মাত্র পরমাণু বর্তমান থাকা সম্ভব। সুতরাং পরীক্ষার ফলে যৌগিক পদার্থগুলির গ্রাম-অণুর মধ্যে মৌলিক পদার্থটির যে নিম্নতম পরিমাণ পাওয়া যাইবে তাহাকে উহার পারমাণবিক গুরুত্ব বলা হইবে। কারণ, উহার চেয়ে কম পরিমাণ অংশ কোন যৌগিক পদার্থে থাকা যেমন সম্ভব নয়, তেমন উহাদের মধ্যে একটির চেয়ে কম সংখ্যক পরমাণুও থাকিতে পারে না। এই সত্য ক্যানিজারো উপলব্ধি করেন।

উদাহরণ :— কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়। পরীক্ষা দ্বারা নিম্নলিখিত ফল পাওয়া যায় :

যৌগিক পদার্থ	Vapour density	আণবিক গুরুত্ব	গ্রাম-অণুতে কার্বনের পরিমাণ
কার্বণ ডাই অকসাইড	২২	৪৪	১২
মিথেন	৮	১৬	১২
ইথেন	১৫	৩০	২৪
বেনজিন	৩৯	৭৮	৭২

উপরোক্ত পরীক্ষার ফল হইতে দেখা যায়, ঐ যৌগিক পদার্থগুলির মধ্যে কার্বনের পরিমাণ এক-গ্রাম অণুতে ১২ ভাগের চেয়ে কম নাই ; সুতরাং কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ১২।

8. Formula and calculations on weights and volume

Q. 1. What are the distinctions between Empirical and Molecular formula ?

A substance containing Carbon, Hydrogen, and Oxygen is found to contain Carbon 32% and Hydrogen 4%. Its molecular weight is 150. Find its molecular formula.

Ans. 1st portion —

Empirical formula (স্থুল-সঙ্কেত) : যে সরল নিদর্শনের সাহায্যে কোন যৌগিক পদার্থের অণুতে উহার মৌল উপাদানগুলির পারমাণবিক অনুপাত জানা যায় তাহাকে ঐ পদার্থের স্থুল সঙ্কেত বলা হয়।

Molecular formula (আণবিক সঙ্কেত) : যে সঙ্কেতের সাহায্যে কোন যৌগিক পদার্থের অণুতে উহার মৌল উপাদানগুলির সঠিক পরমাণু সংখ্যা জানা যায় তাহাকে আণবিক সঙ্কেত বলে।

Distinction :— (১) কোন যৌগিক পদার্থের স্থুল সঙ্কেত, উহার অণুতে মৌল উপাদানগুলির পারমাণবিক অনুপাত নির্দেশ করে মাত্র। কিন্তু উহার আণবিক সঙ্কেতের সাহায্যে এক অণুতে কতগুলি পরমাণু আছে, তাহা জানা যায়।

(২) কোন যৌগিক পদার্থের আণবিক সঙ্কেত নির্ণয় করিতে হইলে উহার আণবিক গুরুত্ব জানা দরকার। কিন্তু স্থুল সঙ্কেত নির্ণয় করিতে হইলে আণবিক গুরুত্বের প্রয়োজন হয় না।

উদাহরণ :—বিশ্লেষণ করিয়া জানা যায় বেঞ্জিনের মধ্যে কার্বন এবং হাইড্রোজেন আছে। উহাদের ওজন অনুপাত হইতে নির্ণেয় স্থুল-সঙ্কেত (CH) হয়। বেঞ্জিনের আণবিক গুরুত্ব = 78

$$\therefore\ (CH)_n = 78 \text{ or } (12+1)_n = 78 \ [\because C=12, H=1]$$

or n=6. সুতরাং আণবিক সঙ্কেত $=(CH)_6 = C_6H_6$ অর্থাৎ বেঞ্জিনের স্থুল-সঙ্কেত $= CH$, আণবিক সঙ্কেত $= C_6H_6$

2nd Portion :—

কার্বন = 32% হাইড্রোজেন = 4% ∴ অক্সিজেন = 100 − (32+4) = 64%

প্রত্যেকটিকে যথাক্রমে উহাদের পারমাণবিক গুরুত্ব দ্বারা ভাগ করিয়া ভাগফলকে নিম্নতম সংখ্যা দ্বারা পুনরায় ভাগ করিয়া,

$$\text{কার্বন} = \frac{32}{12} = 2{\cdot}66,\ \frac{2{\cdot}66}{2{\cdot}66} = 1$$

$$\text{হাইড্রোজেন} = \frac{4}{1} = 4{\cdot}0,\ \frac{4}{2{\cdot}66} = 1{\cdot}5 \text{ প্রায়}$$

$$\text{অক্সিজেন} = \frac{64}{16} = 4{\cdot}0,\ \frac{4}{2{\cdot}66} = 1{\cdot}5 \text{ প্রায়}$$

অর্থাৎ কার্বন, হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের পারমাণবিক অনুপাত = 2 : 3 : 3 ∴ স্থূল-সঙ্কেত = $C_2H_3O_3$

or $(C_2H_3O_3)_n = 150$

or $(24+3+48)_n = 150$, or $n = 2$

∴ আণবিক সঙ্কেত = $(C_2H_3O_3)_2 = C_4H_6O_6$

Q. 2. 5 gms of a metal M (At wt 27) are converted into 61·7 gms of crystalline sulphate containing 48·6% of water of crystallisation. Calculate the simplest formula of the sulphate.

(H = 1, O = 16, S = 32)

Ans. 61·7 gms সালফেটের স্ফটিকের মধ্যে

$$\text{ধাতু} = \frac{5}{61{\cdot}7} \times 100 = 8{\cdot}1\%$$

$$\text{কেলাস জল} = \frac{48{\cdot}6\%}{56{\cdot}7\%}$$

সুতরাং SO_4 র‍্যাডিকাল = 100 − 56·7 = 43·3 %

উহাদের অনুপাত, ধাতু $= \frac{8{\cdot}1}{27} = 0{\cdot}3,\ \frac{0{\cdot}3}{0{\cdot}3} = 1 \times 2 = 2$

$$SO_4 = \frac{43·3}{96} = 0·45, \frac{0·45}{0·3} = 1·5 \times 2 = 3$$

$$\text{জল অণু} = \frac{48·6}{18} = 2·7, \frac{2·7}{0·3} = 9 \times 2 = 18$$

অর্থাৎ $M : SO_4 : H_2O = 2 : 3 : 18$

∴ সরল-সংকেত $= M_2(SO_4)_3 18H_2O$.

Q. 3. A salt contains 27·38 % Na, 1·19 % H_2, 14·29 % C and 57·14 % O_2. Find its simplest formula and calculate what volume of gas, measured at N. T. P. would be obtained by the action of dil hydrochloric acid on 2·5 gms of it. What would be the weight of the residue if 10 gms of the salt were strongly heated ?

Ans. The formula :—

$$Na = \frac{27·38}{23} = 1·19, \frac{1·19}{1·19} = 1$$

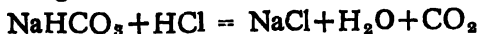
$$H_2 = \frac{1·19}{1} = 1·19, \frac{1·19}{1·19} = 1$$

$$C = \frac{14·29}{12} = 1·19, \frac{1·19}{1·19} = 1$$

$$O_2 = \frac{57·14}{16} = 3·57, \frac{3·57}{1·19} = 3$$

∴ simplest formula = $NaHCO_3$.

Volume of gas :—

$$NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$$

অর্থাৎ, উপরোক্ত equation হইতে জানা যায়

84 gms $NaHCO_3$ হইতে এক-গ্রাম অণু বা 22·4 lits CO_2 গ্যাস N. T. P.তে পাওয়া যায়।

সুতরাং 2·5 gms $NaHCO_3$ হইতে,

$\frac{22·4}{84} \times 2·5 \times 100 = 666·6$ CO_2 গ্যাস (at N.T.P.) পাওয়া যায়

Weight of the residue :—

$2\,NaHCO_3$ (heat) $= Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

অর্থাৎ, 168 gms $NaHCO_3$ হইতে 106 gms Na_2CO_3 (residue) পাওয়া যায়।

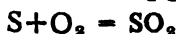
∴ 10 gm $NaHCO_3$ হইতে,

$\frac{106}{168} \times 10 = 6{\cdot}3$ gm residue পাওয়া যায়।

Q. 4. Calculate the volume occupied by sulphur di-oxide, as obtained by the burning of 4 gms of sulphur, at 27°C and 750 mm pressure. Calculate also the amount of potassium chlorate required to get the necessary oxygen for the combustion.

(K=39, S=32, Cl=35·5, O=16)

Ans. Volume of SO_2 gas :—

$S + O_2 = SO_2$

অর্থাৎ 32 gms সালফার পোড়াইলে 22·4 lits of SO_2 at N. T. P. পাওয়া যায়।

অথবা, 4 gms সালফার হইতে,

$\frac{22{\cdot}4}{32} \times 1000 \times 4 = 2800$ c.c. SO_2 at N.T.P.

সুতরাং 27°C এবং 750 mm. চাপে SO_2 গ্যাসের আয়তন V হইলে,

$$\frac{2800 \times 760}{273} = \frac{V \times 750}{300}$$

অথবা, $V = \frac{2800 \times 760 \times 300}{750 \times 273} = 3118$ c.c.

Potassium chlorate required :—

4 gms সালফার পোড়াইবার জন্য অক্সিজেনের পরিমাণ,

$= \frac{32}{32} \times 4 = 4$ gms.

যেহেতু, $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

অর্থাৎ 245 gms $KClO_3$ হইতে 96 gm oxygen পাওয়া যায়

অথবা, 1 gm oxygen-এর জন্য $\frac{245}{96}$ gm $KClO_3$ দরকার

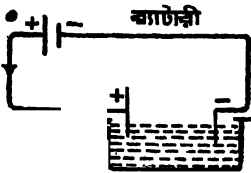
∴ 4 gms oxygen-এর জন্য $\frac{245}{96} \times 4 = 10{\cdot}2$ gms $KClO_3$ দরকার

∴ পটাসিয়াম ক্লোরেটের পরিমাণ = 10·2 gms.

9. Electrolysis

১. 1. **Explain electrolysis. State Faraday's Laws.**

What meaning does the statement E.C.E. of silver convey ? Calculate the amount of Silver deposited when a current of 5 amperes is passed through the solution of $AgNO_3$, for 20 minutes.

Ans. **Electrolysis :** বিদ্যুৎ-সাহায্যে পদার্থের বিযোজনকে তড়িৎ-বিশ্লেষণ বলে। অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের দ্রবণ একটি পাত্রে লইয়া, দুইটি ধাতু পাত উহাতে ডুবান হইল। ঐ পাত দুইটি একটি ব্যাটারীর positive এবং negative মেরুর সহিত যুক্ত করিয়া ঐ দ্রবণের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হইল। ফলে দ্রবণস্থিত দ্রাব পদার্থ বিযোজিত হইয়া উক্ত ধাতু পাতের নিকট জমা হইল। এই ব্যাপারকেই Electrolysis বলা হয়

চিত্র ১৩ক

দ্রাব পদার্থ যদি NaCl হয় তাহা হইলে বিদ্যুৎ প্রভাবে উহা বিযোজিত হইয়া Na, negative electrode-এ এবং Cl, positive electrode-এ জমা হইবে। দ্রবণের পরিবর্তে পদার্থগুলি গলিত অবস্থায় লইলেও এই উপায়ে তাহাদের তড়িৎ-বিশ্লেষণ হইয়া থাকে।

Faraday's Laws :—

1st Law :—"তড়িৎ-বিশ্লেষণজাত পদার্থের ওজন তড়িতের পরিমাণের সমানুপাতে বাড়ে বা কমে"। ইহাই Faraday's 1st Law of electrolysis.

অর্থাৎ কোন পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণে যদি Q coulomb তড়িৎ প্রয়োগে W gms পদার্থ উৎপন্ন হয় তবে,

$W \propto Q$ অথবা $W = Z \times Q$

$Z = \frac{W}{Q}$ (Z = একটি নিত্য সংখ্যা)

$Q = C \times t$ (c = ampere, t = time in sec.)

2nd Law :—বিভিন্ন তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্য দিয়া একই পরিমাণ তড়িৎ প্রেরণ করিলে, বিশ্লিষ্ট পদার্থগুলির ওজনের পরিমাণ উহাদের নিজ নিজ রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সমানুপাতে হয়।

অর্থাৎ, একই পরিমাণ (Q) বিদ্যুৎ প্রয়োগে যদি W_1 এবং W_2 gm ওজনের দুইটি পদার্থ তড়িৎ-বিশ্লেষণে উৎপন্ন হয় তাহা হইলে,

$\frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$ (Z_1 এবং Z_2 পদার্থদ্বয়ের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাঙ্ক)

E.C.E of silver :—তড়িৎ-বিশ্লেষ্য silver compound-এর মধ্য দিয়া এক coulomb পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলে যে গ্রাম ওজন silver উৎপন্ন হয় উহাকে silver-এর E. C. E বলে। E. C. E of silver = 0·001118 gm. ইহার সাধারণ সঙ্কেত Z.

Calculation :

$Q = C \times t = 5 \times 20 \times 60 = 6000$ coulomb.

1 coulomb সাহায্যে 0·001118 gm silver জমা হয় ; সুতরাং 6000 coulomb সাহায্যে $0·01118 \times 6000 = 6·708$ gms silver জমা হইবে।

Q. 2. Explain and illustrate what is electrolysis. State Faraday's Laws of electrolysis. What is Faraday ?

A current of 0·5 ampere is sent through a solution of

Copper sulphate for 20 minutes using platinum eletrodes. Calculate the weight of Copper deposited and E. C. E. of Copper. (C.E. of Cu = 31·5)

Ans. For the 1st portion Q. 1 ans দেখ।

Faraday :—তড়িৎ বিশ্লেষণ সাহায্যে বিশ্লিষ্ট পদার্থের one gm equivalent পরিমাণ ওজন উৎপন্ন করিতে যত coulomb পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহের প্রয়োজন হয় উহাকে one Faraday বলা হয়। বর্তমানে one Faraday = 96500 coulomb ধরা হয়। অর্থাৎ Copper-এর C. E. যদি 31·5 হয়, তাহা হইলে $CuSO_4$ দ্রবণের ভিতর দিয়া 96500 coulomb তড়িৎ প্রবাহ প্রয়োগ করিলে 31·5 gms Copper উৎপন্ন হইবে।

Calculation :—

প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ = $0·5 \times 20 \times 60 = 600$ coulomb. জানা আছে, 96500 coulomb (F) প্রবাহের সাহায্যে 31·5 gm Copper উৎপন্ন হয়।

∴ 600 coulomb প্রবাহের সাহায্যে $\frac{31·5}{96500} \times 600 = 0·195$ gm Cu

$$\text{E. C. E. of Copper} = \frac{0·195}{600} = 0·000325$$

Q. 3. Write short notes on any five :—

Ions, Electrolyte, Cathode, Anode, Faraday, Coulomb.

Ans :—

Ions :—পদার্থের অণু বিয়োজিত হইয়া যে সমস্ত বিদ্যুৎযুক্ত কণার সৃষ্টি করে তাহাদের ions বলে। Positive বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে Cation এবং Negative বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে Anion বলে। Arrhenius-এর মতবাদ অনুসারে acid, base এবং salt জলে দ্রবীভূত করিলে উহা ionised হইয়া cation এবং anion-এ পরিণত হয়। অনেক Salt গলিত অবস্থায়ও ionised হইতে পারে। বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা ion গুলি তড়িৎ দ্বারের দিকে আকর্ষিত হইয়া তথায় জমা হইতে পারে। এই ভাবে পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা যায়।

Electrolyte :—যে সকল পদার্থ বিদ্যুৎ-প্রবাহে বিযোজিত হয় তাহাদের electrolyte বলা হয়। সাধারণত অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণ প্রভৃতি যৌগিক পদার্থই electrolyte হয়। গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় ইহারা পরিবাহীর কাজ করে। Arrhenius-এর মতবাদ অনুসারে electrolyte জলে দ্রবীভূত করিলে ionised হয়। অবশ্য বর্তমানে দেখা গিয়াছে যে, গলিত অবস্থায়ও উহারা ionised থাকে ; এমন কি কতকগুলি লবণের কঠিন অবস্থাতেও উহাদের মধ্যে ion পাওয়া যায়।

Anode :—কোন electrolyte-কে দ্রবীভূত করিয়া উহার ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করিলে যে তড়িৎ দ্বার (Electrode) দিয়া প্রবাহ দ্রবণের মধ্যে প্রবেশ করে সেই তড়িৎ দ্বারকে Anode বলে। Electrolysis-এর সময় negative ion গুলি Anode-এর দিকে আকর্ষিত হয়।

Cathode :—যে তড়িৎ-দ্বার দিয়া তড়িৎ প্রবাহ দ্রবণ হইতে বাহির হইয়া ব্যাটারীর negative pole-এর দিকে যায় সেই তড়িৎ-দ্বারকে Cathode বলা হয়।

Electrolysis-এর সময় positive ion গুলি Cathode এর দিকে আকর্ষিত হয়।

Faraady :—Q. 2. ans দেখ।

Coulomb :—বিদ্যুৎ-প্রবাহের পরিমাণের এককে Coulomb বলে। কোন পরিবাহীর ভিতর t সেকেণ্ডে C Ampere শক্তি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইলে যদি Q Coulomb বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাহা হইলে $Q = C \times t$

বর্তমানে, 0·001118 gm silver তড়িৎ বিশ্লেষণের দ্বারা উৎপন্ন করিতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের দরকার হয় উহাকে one coulomb বলা হয়।

10. Acidimetry and Alkalimetry

Q. 1. What is meant by the term Equivalent weight of an element and how is it related to atomic weight ?

1 gm of a metal, on treating with a dil acid liberates 190 c.c. of dry Hydrogen at 15°C and 765 mm pressure. Determine the equivalent weight of the metal. (1 c.c. of H_2 = 0·00009 gm at N.T.P.)

Ans. Equivalent weight (তুল্যাঙ্ক ভার) :—একটি মৌল পদার্থের তুল্যাঙ্ক ভার বলিতে এমন একটি সংখ্যা বুঝায় যাহাকে গ্রাম ওজনে প্রকাশ করিলে, ঐ ওজনে মৌল পদার্থটি ১ গ্রাম ওজন হাইড্রোজেন বা ৮ গ্রাম ওজন অক্সিজেন অথবা ৩৫'৫ গ্রাম ওজন ক্লোরিনের সহিত যুক্ত কিম্বা কোন যৌগিক পদার্থ হইতে বহিষ্কৃত করিতে পারে।

যদি ৬৫ গ্রাম Zinc বিক্রিয়ার দ্বারা ২গ্রাম Hydrogen কোন acid হইতে বহিষ্কৃত করিতে পারে, তাহা হইলে

$$\text{Equivalent wt of Zn} = \frac{65}{2} = 32{\cdot}5$$

Equivalent weight একটি সংখ্যা মাত্র। ইহার কোন একক নাই।

Relation with Atomic weight :—

$$\text{Atomic wt} = \text{Equivalent wt} \times \text{Valency}$$

Determination :—

N. T. P-তে হাইড্রোজেনের আয়তন $= \frac{190 \times 765 \times 273}{760 \times (273+15)} = 181{\cdot}3$ **c.c.**

সুতরাং হাইড্রোজেনের ওজন $= 181{\cdot}3 \times 0{\cdot}00009 = 0{\cdot}016317$ **gm অর্থাৎ 0·016317 gm হাইড্রোজেন বহিষ্কৃত হইয়াছে 1 gm ধাতুর দ্বারা।**

∴ 1 gm হাইড্রোজেন বহিষ্কৃত হইতে পারে $\frac{1}{0{\cdot}016317}=61{\cdot}6$ gm ধাতু দ্বারা

সুতরাং Eq. wt of the metal = 61·6

Q. 2. What is $\frac{N}{10}$ solution ? How would you prepare a $\frac{N}{10}$ solution of Na_2CO_3 ?

How much of 10% NaOH solution will require to neutralise 100 c. c. of $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 ?

Ans. $\frac{N}{10}$ solution—কোন একটী দ্রাব (solute) পদার্থের 1 gm equivalent-এর $\frac{1}{10}$ ভাগ ওজন যদি one litre দ্রবণে থাকে তাহা হইলে ঐ দ্রবণকে পদার্থটির $\frac{N}{10}$ solution বলা হইবে।

Preparation : $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে উহার 1 gm equivalent wt-এর $\frac{1}{10}$ ভাগ ওজন করিয়া জলে গুলিয়া 1000 c.c. দ্রবণ করিতে হইবে। Na_2CO_3-এর 1 gm equivalent wt = 53 gm. ইহার $\frac{1}{10}$ ভাগ = 5·3 gms.

প্রস্তুত প্রণালী :—একটি পরিষ্কার weighing bottle-এ বিশুদ্ধ অনার্দ্র Na_2CO_3 চূর্ণ লইয়া উহার ওজন লওয়া হইল। অল্পে অল্পে ঐ bottle হইতে Na_2CO_3 একটি পরিষ্কার কাচ পাত্রে ঢালা হইল যতক্ষণ পর্য্যন্ত weighing bottle-এর ওজন পূর্বাপেক্ষা 5·3 gms কম না হয়। এই ভাবে 5·3 gms Na_2CO_3 লইয়া উহা অল্প জলে দ্রবীভূত করা হইল। একটি 1 litre measuring flask উত্তমরূপে ধুইয়া একটি funnel-এর সাহায্যে ঐ দ্রবণকে flask-টিতে ঢালা হইল। কাচ পাত্রে একটু জল দিয়া অবশিষ্ট Na_2CO_3 দ্রবণ যাহা থাকিয়া গিয়াছিল তাহা ধুইয়া ঐ flask-এ লওয়া হইল। এইবার

flask-টিতে আরো জল ঢালিয়া উহার জলতল flask-এর গলদেশ স্থিত চিহ্নের সহিত এক করা হইল। Flask টি ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লইলে $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত হইল।

যদি 5·3 gms Na_2CO_3-এর বদলে ধরা যাউক 5·6 gms Na_2CO_3 লওয়া হইয়াছে, ইহা দ্রবীভূত করিয়া যে দ্রবণ পাওয়া যাইবে উহার মাত্রা ঠিক $\frac{N}{10}$ না হইয়া $\frac{5·6}{5·3} \times \frac{N}{10}$ হইবে। অর্থাৎ দ্রবণের মাত্রা অপেক্ষাকৃত বেশী। সুতরাং দ্রবণকে কিছুটা লঘু করিয়া লইবার, প্রয়োজন। নিম্নলিখিত উপায়ে লঘু করিয়া দ্রবণটিকে $\frac{N}{10}$ মাত্রা করা যায়।

মাত্রা বেশী দ্রবণের 1 c.c. $= \frac{N}{10}$ দ্রবণের $\frac{5·6}{5·3} =$ 1·056 c.c.

$\therefore$ ঐ 1000 c.c. (1 litre) $= \frac{N}{10}$ দ্রবণের 1056 c.c.

অর্থাৎ ঐ দ্রবণের 1000 c.c-তে 56 c.c. জল দিয়া ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লইলে ঠিক $\frac{N}{10}$ দ্রবণ হইবে।

Problem :—

10% NaOH solution মানে 100 c.c. দ্রবণে 10 gm NaOH আছে।
অর্থাৎ 1000 c.c. দ্রবণে 100 gm NaOH আছে।

1000 c.c. দ্রবণে 4 gm NaOH থাকিলে উহার মাত্রা $\frac{N}{10}$ হয়।

$\therefore$ 100 gm NaOH থাকিলে উহার মাত্রা $\frac{100}{4} \times \frac{N}{10}$ হয়।

$= 25 \times \frac{N}{10}$ হয়।

অর্থাৎ 10% NaOH-এর 1 c.c. $= \frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণের 25 c.c.

অথবা 25 c.c. $\frac{N}{10}$ NaOH $=$ 1 c.c. 10 % NaOH দ্রবণ

অথবা 100 c.c. $\frac{N}{10}$ NaOH = 4 c.c. 10% ঐ ঐ

যেহেতু 100 c.c. $\frac{N}{10}$ NaOH = 100 c.c. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4

∴ 100 c.c. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্বারা 4 c.c. 10 % NaOH দ্রবণ neutralised হইতে পারে।

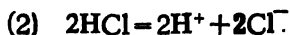
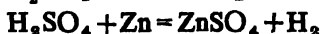
Q. 3. Write short notes on acids, bases, salts and neutralisation.

How can you prepare a $\frac{N}{10}$ solution of Na_2CO_3 ? 20 c.c of $\frac{N}{10}$ NaOH solution exactly neutralise 25 c.c. of a solution of sulphuric acid. Calculate the strength of the acid (Na-23, C-12, O-16)

Acids : Acids বলিতে এমন কতকগুলি যৌগিক পদার্থকে বলা হয় যাহার মধ্যে Hydrogen আছে, এবং ঐ Hydrogenকে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে প্রত্যক্ষভাবে বা পরোক্ষভাবে ধাতুর দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে লবণ উৎপন্ন হয়।

Acid যদি জলে দ্রবীভূত হয় তাহা হইলে ঐ দ্রবণ (১) নীল লিটমাসকে লাল করিতে পারে (২) ক্ষার জাতীয় পদার্থের সহিত তীব্র বিক্রিয়া করিতে পারে। Acid জলে দ্রবীভূত হইয়া Hydrogen ion উৎপন্ন করিতে পারে। উদাহরণ : (1) $H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{--}$

$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$

(2) $2HCl = 2H^+ + 2Cl^-$

$2HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2$

Bases :—সাধারণতঃ ধাতব মৌলের অক্সাইড এবং হাইড্রক্সাইড সমূহকে Bases (ক্ষারক) বলা হয়। ইহাদের জলে-দ্রবণ লাল লিটমাসকে নীল করিতে পারে। অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া দ্বারা ইহারা জল এবং লবণ উৎপন্ন করিতে পারে। উদাহরণ : (১) $ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$

(২) $Ca(OH)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2H_2O$

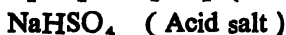
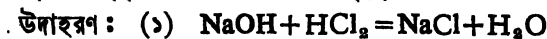
ক্ষারকীয় hydroxide জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্ষার (alkali) এবং বিয়োজিত হইয়া OH ion উৎপন্ন করে।

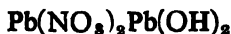
$$NaOH = Na^+ + OH^-$$

Salt : অ্যাসিড এবং ক্ষারকের বিক্রিয়াতে জলের সাহত অপর যে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকেই salt (লবণ) বলে। অ্যাসিডের Hydrogen, ক্ষারকের ধাতুর দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াই লবণ সৃষ্টি হয়। যদি অ্যাসিড হইতে সম্পূর্ণরূপে Hydrogen প্রতিস্থাপিত হয় তাহা হইলে যে লবণ উৎপন্ন হয় উহাকে Normal salt বলে এবং আংশিকভাবে Hydrogen প্রতিস্থাপিত হইলে Acid salt উৎপন্ন হয়।

উদাহরণ : (১) $NaOH + HCl_2 = NaCl + H_2O$

(২) $H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4$ (Normal salt)

$NaHSO_4$ (Acid salt)

কোন কোন ক্ষেত্রে কোন ধাতুর Normal salt-এর সহিত উহার হাইড্রক্সাইড বর্তমান থাকিলে উহাকে Basic salt বলা হয়।

$$Pb(NO_3)_2Pb(OH)_2$$

Normal salt জলে দ্রবীভূত করিলে উহা বিয়োজিত হইয়া ধাতব এবং অধাতব আয়নে পরিণত হয়।

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$

Neutralisation :—অ্যাসিড এবং ক্ষারক একত্র হইলেই রাসায়নিক বিক্রিয়া হইয়া থাকে। বিক্রিয়ার ফলে লবণ ও জল উৎপন্ন হয়। যদি ১ গ্রাম তুল্যাঙ্ক অ্যাসিডের সহিত ১ গ্রাম তুল্যাঙ্ক ক্ষারকের বিক্রিয়া হয় তাহা হইলে অ্যাসিডের অম্লত্ব এবং ক্ষারকের ক্ষারত্ব আর থাকে না। এই অবস্থাকেই Neutralisation (প্রশমন) বলা হয়।

প্রশমন ক্রিয়াকে আমরা ionic মতবাদ অনুসারে লিখিতে পারি যথা :-

$$Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- = Na^+ + Cl^- + H_2O$$

অর্থাৎ দেখা যায় প্রশমন ক্রিয়াতে কেবল H^+ ion-এর সহিত OH^- যুক্ত হইয়া H_2O হয়, অন্যান্য ion গুলি যেমন তেমনই থাকে।

For the preparation of $\frac{N}{10} Na_2CO_3$ solution see ans. of Q.2.

Problem :—আমাদের জানা আছে $V \times S = V_1 \times S_1$

যখন V_1 এবং S_1 = acid solution-এর volume এবং strength,

V এবং $S = \frac{N}{10}$ NaOH solution এর volume এবং strength

এখানে $V = 20$ c.c., $S = \frac{1}{10} = 0.1$, $V_1 = 25$ c.c.

$$\therefore \quad 20 \times 0.1 = 25 \times S_1$$

$$\therefore \quad S_1 = \frac{20 \times 0.1}{25} = 0.08$$

Q. 4. Define : Equivalent weight of an acid, a base and a compound. What is basicity of an acid and acidity of a base ? How these are related to equivalent weight of an acid and a base respectively ?

If 25 c.c. of NH_2SO_4 solution can neutralise 225 c.c. of NaOH solution, find the strength in gm litre of NaOH solution.

Ans. Eq. wt of an acid (অম্লের তুল্যাঙ্ক ভার) : কোন acid-এর যে ওজনের মধ্যে এক তুল্যাঙ্ক ভার প্রতিস্থাপনশীল হাইড্রোজেন থাকে সেই ওজনকে ঐ acid-এর তুল্যাঙ্ক ভার বলে।

এক অণু H_2SO_4-এর আণবিক গুরুত্ব 98 হইলে উহার মধ্যে দুই তুল্যাঙ্ক প্রতিস্থাপনশীল হাইড্রোজেন আছে। অর্থাৎ H_2SO_4-এর 49 ওজনে এক তুল্যাঙ্ক হাইড্রোজেন আছে। সুতরাং ঐ acidএর তুল্যাঙ্ক ভার = 49।

Eq. wt of a base (ক্ষারের তুল্যাঙ্ক ভার) : কোন একটি base-এর যে ওজন এক তুল্যাঙ্ক ভার acidএর সহিত বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করিতে পারে, ঐ ওজনকে সেই baseএর তুল্যাঙ্ক ভার বলা হয়। যথা :

$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

এস্থলে 2×36.5 ওজন HCl, 56 ওজন CaOএর সহিত বিক্রিয়া করিয়াছে। অর্থাৎ 36.5 ওজন HCl, 28 ওজন CaO এর সহিত বিক্রিয়া করিতে পারে।

যেহেতু HCl-এর তুল্যাঙ্ক ভার = 36.5, সুতরাং সূত্র অনুসারে CaO-এর তুল্যাঙ্ক ভার = 28.

Eq. wt of a compound (যৌগিক পদার্থের তুল্যাঙ্ক ভার): কোন যৌগিক পদার্থের যে ওজনেতে এক তুল্যাঙ্ক ভার কোন সক্রিয় (active) মৌল থাকে, ঐ ওজনকে সেই পদার্থের তুল্যাঙ্ক ভার বলে। এক অণু Na_2CO_3-এর আণবিক গুরুত্ব 106 হইলে উহাতে দুই তুল্যাঙ্ক ভার Na (সক্রিয়) আছে। অর্থাৎ Na_2CO_3এর 53 ওজনে এক তুল্যাঙ্ক ভার Na থাকিবে। সুতরাং Na_2CO_3এর তুল্যাঙ্ক ভার = 53

Basicity of an acid (অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা): অ্যাসিডের ক্ষার প্রশমন ক্ষমতাকে উহার Basicity বলে। এই ক্ষমতাকে একটি সংখ্যায় প্রকাশ করা হয়। অ্যাসিডের প্রতিটি অণুতে যে কয়েকটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইতে পারে, সেই সংখ্যাই ঐ অ্যাসিডের Basicity নির্দেশক।

এক অণু H_2SO_4 হইতে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করা যাইতে পারে। সুতরাং ঐ অ্যাসিডের Basicity = 2

Relation :— Eq. wt of an acid

$$= \frac{\text{Mol wt of the acid}}{\text{No. of equivalent of replaceable } H_2} = \frac{\text{Mol wt of the acid}}{\text{Basicity}}$$

(∵ No. of equivalent of H_2 = No. of replaceable H_2 atom = Basicity)

$$\text{Eq. wt of } H_2SO_4 = \frac{98}{2} = 49$$

Acidity of a base (ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা): ক্ষারের অম্ল-প্রশমন ক্ষমতাকে উহার Acidity বলে। ইহা একটি সংখ্যায় প্রকাশ করা হয়। ক্ষারের এক অণুর সহিত কোন mono-basic (একক ক্ষারগ্রাহি) অ্যাসিডের যে সংখ্যক অণু বিক্রিয়া করিতে পারে, ঐ সংখ্যাই ক্ষার পদার্থটির Acidity নির্দেশক।

যথা: $Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$

এক্ষেত্রে দুই অণু mono-basic HCl-এর সহিত এক অণু $Ca(OH)_2$ বিক্রিয়া করিয়াছে। সুতরাং ঐ ক্ষারের [$Ca(OH)_2$] Acidity = 2

$$\text{Eq wt of a base} = \frac{\text{Mol wt of the base}}{\text{Acidity}}$$

Problem : $V \times S = V_1 \times S_1$

অথবা $24 \times 1 = 225 \times S_1$ $\therefore S_1 = \frac{25 \times 1}{225} = 0.111$

Strength in gm. litre $= S_1 \times$ gm equivalent of NaOH

$= 0.111 \times 40 = 4.44$

($\because$ Eq wt of NaOH $= 40$)

11. Atomic Structure

Q. 1. Write an essay on the Atomic structure and explain with example the terms atomic number, atomic weight and isotope.

Ans. Atomic Structure (পরমাণুর গঠন): পদার্থবিদ্‌গণ নানা পরীক্ষার সাহায্যে স্থির করিয়াছেন যে, পদার্থের পরমাণুতে Proton, Neutron, Electron প্রভৃতি অতি ক্ষুদ্র কণাগুলি বর্তমান আছে। এই ক্ষুদ্র কণাগুলির মধ্যে Proton-এতে positive charge এবং electron-এতে negative charge বর্তমান। Neutron-এতে কোন charge নাই। পরমাণুর মধ্যস্থিত ঐ সকল ক্ষুদ্র কণাগুলির সংঘতি বা বিন্যাস সম্পর্কে বৈজ্ঞানিক Rutherford এবং Bohr-এর যে ধারণা তাহা এই প্রকার—

প্রত্যেক পরমাণুর মধ্যস্থলে একটি অতি সূক্ষ্ম গুরুভার কেন্দ্র আছে। পরমাণুর প্রায় সমস্ত ওজন ঐ কেন্দ্রে ঘনীভূত। ইহাকে নিউক্লিয়াস (nucleus) বা পরমাণুকেন্দ্র বলা হয়। এই পরমাণু কেন্দ্রে পরমাণুর সমস্ত Proton ও Neutron একত্র পুঞ্জীভূত হইয়া অবস্থান করে। Proton-এতে Positive charge আছে বলিয়া পরমাণুকেন্দ্রটি charge যুক্ত। প্রত্যেক Proton-এতে এক একক Positive charge থাকে বলিয়া কেন্দ্রস্থ Proton-এর সংখ্যা দ্বারা

পরমাণু-কেন্দ্রের positive electric charge-এর এককের সংখ্যা নির্ধারিত করা হয়। কেন্দ্রস্থিত এই positive charge-এর এককের সংখ্যাকেই পদার্থ-টির পরমাণু ক্রমাঙ্ক (Atomic number) বলা হয়। পরমাণু কেন্দ্রের চারিদিকে চক্রাকারে সর্বদা Electron ঘুরিতেছে। ইলেকট্রনের সংখ্যা কেন্দ্রস্থিত Proton-এর সংখ্যার সমান হয়। সেই জন্য সমগ্র পরমাণুটির কোন বিদ্যুৎ-ধর্ম দেখা যায় না। কেন্দ্র ও ইলেকট্রন সমূহের পরস্পরের মধ্যে যথেষ্ট ব্যবধান আছে। অর্থাৎ পরমাণু নিরেট নয়।

Electron গুলির গতিপথ এক হয় না। ইহারা কেন্দ্রের চতুর্দিকে প্রয়োজন অনুযায়ী মোট সাতটি বেষ্টনীতে (Shell) অবস্থিত। সবচেয়ে বাহিরের বেষ্টনীর ইলেকট্রনগুলি সাধারণতঃ রাসায়নিক মিলনে অংশ গ্রহণ করিয়া থাকে।

Isotope :—যদি বিভিন্ন ওজনের পরমাণুর রাসায়নিক ধর্ম একই প্রকারের হয়, তবে ঐ একই রাসায়নিক ধর্ম বিশিষ্ট পরমাণুগুলিকে 'এক-স্থানিক' (Isotope) বলা হয়। যেহেতু পরমাণু-ক্রমাঙ্কের উপরই মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক ধর্ম নির্ভর করে সুতরাং Isotope-এর পরমাণু-ক্রমাঙ্ক সমান হয়। অর্থাৎ neucleus-এর proton-এর সংখ্যা সমান হয়। Neutron-এর সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য ওজনের বিভিন্নতা হয়। Neon gas-এর পরমাণু-ক্রমাঙ্ক ১০ কিন্তু উহাতে দুই রকমের পরমাণু আছে যাহাদের গুরুত্ব ২০ এবং ২২।

অর্থাৎ যাহার গুরুত্ব ২০ তাহাতে

১০টি প্রোটন + ১০ নিউট্রন + ১০ ইলেকট্রন

এবং যাহার ২২ তাহাতে

১০টি প্রোটন + ১২ নিউট্রন + ১০ ইলেকট্রন।

Atomic Number— Q. 1 ans of short note দেখ।

Atomic weight (পারমাণবিক গুরুত্ব)—স্থূল হিসাবে, কোন একটি মৌল পদার্থের পরমাণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু হইতে কতগুণ ভারী তাহাই ঐ পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব বুঝায়। Bromine-এর পরমাণু হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা ৮০ গুণ ভারী। সুতরাং Bromine-এর পারমাণবিক গুরুত্ব = ৮০। যেহেতু পরমাণুর সমস্ত ওজন উহার nucleus-এতে ঘনীভূত, সুতরাং কেন্দ্রস্থিত সমস্ত Neutron এবং Proton-এর ওজনের উপর পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ভর করে। প্রত্যেক

Proton এবং Neutron-এর ওজন এক একক ধারলে, কেন্দ্রাস্থিত Proton এবং Neutron-এর যুক্ত সংখ্যাই পারমাণবিক গুরুত্ব প্রকাশ করে। Bromine এর পরমাণু-কেন্দ্রে ৩৫টি Proton এবং ৪৫টি Neutron আছে বলিয়া উহার পারমাণবিক গুরুত্ব ৩৫ + ৪৫ = ৮০।

Q. 2. Write short notes on : Electro-valency, Co-valency, Electron, Proton, and Neutron.

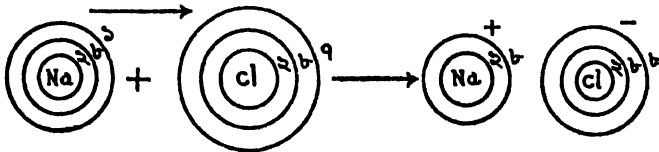
Ans :

Electron :—একটি কাচের নলে অতি সামান্য পরিমাণ গ্যাস রাখিয়া যদি উহাতে বিদ্যুৎ শক্তি পরিচালনা করা যায়, তবে Cathode হইতে এক প্রকার রশ্মি নির্গত হয়। এই রশ্মিগুলি অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র Negative charge যুক্ত কণার সমষ্টি। এই বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে electron বলে। প্রতিটি electron-এর ওজন হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনের $\frac{১}{১৮৪০}$ ভাগ এবং প্রতিটিতে এক একক negative charge বর্তমান। এই electron যে কোন জড় পদার্থ হইতে বিশেষ প্রক্রিয়ার দ্বারা পাওয়া যায় বলিয়া উহা জড় পরমাণুর একটি সাধারণ উপাদান বলা হয়। বৈজ্ঞানিকদের মতে পরমাণুর কেন্দ্রের চারিদিকে electron সর্বদা ঘুরিতেছে।

Proton :—পদার্থবিদ্‌গণ নানা পরীক্ষার সাহায্যে স্থির করিয়াছেন যে, সমস্ত পরমাণুতে positive charge যুক্ত কণাও বর্তমান আছে। ইহাদের Proton বলা হয়। Proton-এর ওজন প্রায় হাইড্রোজেনের ওজনের সমান এবং প্রতিটিতে এক একক Positive charge বর্তমান। পরমাণুতে Proton গুলি পরমাণু-কেন্দ্রে অবস্থিত।

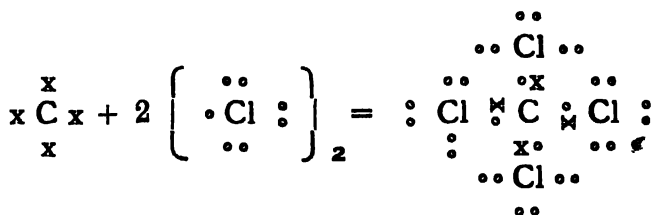
Neutron :—বিজ্ঞানী Chadwick দেখাইয়াছেন, হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্যান্য সকল মৌলিক পদার্থের পরমাণুতে আর এক প্রকার কণিকা আছে। এই সকল কণিকাতে কোন বিদুৎ নাই এবং তড়িৎ-নিরপেক্ষ বলিয়া ইহাদের Neutron বলা হয়। Neutron-এর ওজন হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনের সমান অর্থাৎ Proton-এর ওজন এবং Neutron এর ওজন এক। হাইড্রোজেন ভিন্ন সকল প্রকারের পরমাণুর কেন্দ্রে neutron বর্তমান আছে।

Electro valency (ইলেকট্রনিক-যোজ্যতা): যখন কোন ধাতব পরমাণুর সহিত একটি অধাতব পরমাণুর রাসায়নিক সংযোগ হয়, তখন ধাতব পরমাণুর শেষ স্তর (shell) হইতে এক বা একাধিক ইলেকট্রন অধাতব পরমাণুর শেষ স্তরে স্থানান্তরিত হয়। অর্থাৎ ধাতব পরমাণু ইলেকট্রন দান করে এবং অধাতব পরমাণু উহা গ্রহণ করে। পরমাণুর valency, উহা যে সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ বা দান করিতে পারে তাহার উপর নির্ভর করে। যেহেতু এই প্রকার রাসায়নিক সংযোগে পরমাণুগুলি ইলেকট্রনের আদান প্রদানের সাহায্যে যোজ্যতা প্রকাশ করে, সেই জন্য এইরূপ যোজ্যতাকে Electro-valency বলে।

Sodium এবং chlorine সংযুক্ত হইয়া NaCl হয়। এক্ষেত্রে Sodium পরমাণু একটি electron দান করে এবং chlorine পরমাণু উহা গ্রহণ করে। Sodium-এর এবং chlorine-এর valency = 1

Electro-valent যৌগিক পদার্থগুলি সহজে বিয়োজিত হইয়া ion-এ পরিণত হইয়া থাকে।

Co-valency (সমযোজ্যতা): অনেক ক্ষেত্রে দুইটি পরমাণু যখন সংযোজিত হয়, তখন প্রত্যেক পরমাণু হইতে একটি করিয়া ইলেকট্রন আসিয়া একটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। এই ইলেকট্রন-যুগল পরমাণু দুইটির মধ্যস্থলে আসিয়া রাসায়নিক মিলন ঘটায়। ইলেকট্রন-যুগলকে পরমাণু দুইটি সমান অংশে গ্রহণ করে বলিয়া মনে করা হয়। ফলে পরমাণু দুইটি পরস্পরের নিকট হইতে বিচ্ছিন্ন হইতে পারে না; অথচ উহাদের বিদ্যুৎ-মাত্রার কোন তারতম্য হয় না। একটি পরমাণু যে কয়েকটি ইলেকট্রন-যুগলের সাহায্যে এক বা একাধিক পরমাণুর সহিত যুক্ত থাকে

উহাই পরমাণুটির valency সংখ্যা হয়। এইরূপ valency-কে সমযোজ্যতা বলে। যেমন:—

$$\overset{x}{\underset{x}{x\,C\,x}} + 2\left[\,\cdot\overset{\circ\circ}{\underset{\circ\circ}{Cl}}\;:\,\right]_2 = \begin{array}{ccccc} & & \circ\circ & & \\ & & \circ\circ\,Cl\,\circ\circ & & \\ \circ\circ & & \circ x & & \circ\circ \\ :\,Cl & \overset{x}{\circ} & C & \overset{\circ}{x} & Cl\,: \\ : & & x\circ & & \circ\circ \\ & & \circ\circ\,Cl\,\circ\circ & & \\ & & \circ\circ & & \end{array}$$

Co-valent যৌগিক পদার্থগুলি ionised হয় না।

12. Hydrogen

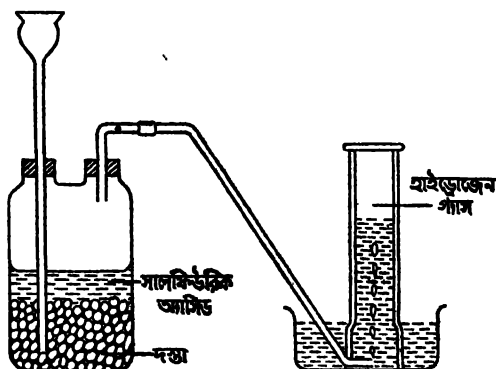
Q. 1. How is hydrogen prepared in the laboratory? What is nascent hydrogen? How would you prove that it is very active? Why is dil H_2SO_4 and not conc. H_2SO_4 is used for the preparation of hydrogen by Zinc?

Ans. Laboratory preparation (ল্যাবরেটরী পদ্ধতি):

ল্যাবরেটরীতে Zinc এবং লঘু H_2SO_4-এর বিক্রিয়ার দ্বারা হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। ইহার জন্য একটি উলফ্-বোতলে খানিকটা দস্তার ছিবড়া (granulated zinc) লওয়া হয়। কর্কের সাহায্যে বোতলের একমুখে একটি thistle funnel এবং অপর মুখে একটি নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হইল। লক্ষ্য করিতে হইবে যে কর্ক এবং নলগুলির সংযোগ যেন সম্পূর্ণ বায়ুরোধী হয়। কারণ, তাহা না হইলে হাইড্রোজেনের সহিত বায়ু মিশিয়া একটি বিস্ফোরক মিশ্রণে পরিণত হইবার সম্ভবনা থাকিবে। নির্গম-নলের শেষ প্রান্তটি একটি গ্যাস-দ্রোণীর ভিতরে জলের নীচে রাখা হইল। এখন ঐ thistle funnel সাহায্যে লঘু H_2SO_4 ঢালিয়া

দেওয়া হইল। অ্যাসিডের পরিমাণ এমন ঢালা হইল যাহাতে ছিবড়াগুলি সম্পূর্ণ উহার দ্বারা আবৃত থাকে, নচেৎ thistle funnel দিয়া হাইড্রোজেন বাহির হইয়া যাইবে। অ্যাসিড জিঙ্কের সংস্পর্শে আসিলেই রাসায়নিক বিক্রিয়া হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হইল।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস প্রথমে বোতলের ভিতরের বায়ুকে নির্গম নলের সাহায্যে বাহির করিয়া দিবে। বাতাস বাহির হইবার পর নির্গম-নল দিয়া হাইড্রোজেন আসিয়া গ্যাসদ্রোণীর জলের ভিতর দিয়া বুদবুদ আকারে উঠিতে থাকিলে একটি জলপূর্ণ গ্যাস-জার ঐ বুদবুদের উপর উপুড় করিয়া

১৭ ক

রাখা হইল। হাইড্রোজেন গ্যাস, গ্যাস-জারের জল অপসারিত করিয়া ঐ জারে সঞ্চিত হইতে থাকিবে। জারটি ভর্তি হইলে কাচের প্লেটের ঢাকনির দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করিয়া সরাইয়া লওয়া হইল।

সাবধানতা :—

(১) উলফ-বোতলের কাচনলের মুখগুলি বায়ুরোধী হওয়া দরকার, নচেৎ হাইড্রোজেন গ্যাস ঐ মুখ দিয়া অযথা বাহির হইয়া যাইতে পারেন

(২) হাইড্রোজেন গ্যাস বাতাসস্থিত অক্সিজেনের সহিত বিস্ফোরক মিশ্রণ তৈয়ারী করে, সেই জন্য, প্রথমে কিছুসময় ঐ গ্যাস, দ্রোণীর জলের ভিতর দিয়া বাহির হইতে দেওয়া উচিত।

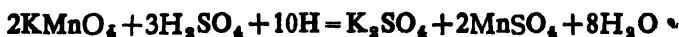
(৩) প্রথম গ্যাস-জার, হাইড্রোজেন ভর্তি করিয়া উহাতে একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে যদি বিস্ফোরণ না হয় তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে বাতাস উলফ-বোতল হইতে সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গিয়াছে।

Nascent Hydrogen (জায়মান হাইড্রোজেন) :

কোন কোন পদার্থ সাধারণভাবে হাইড্রোজেনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পন্ন করে না। কিন্তু ঐ পদার্থের ভিতরে যদি কোন প্রকারে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করা যায় তবে এই সদ্যোজাত হাইড্রোজেন সহজে পদার্থটির সহিত বিক্রিয়া করে। এই প্রকার সদ্যোজাত হাইড্রোজেনকে Nascent হাইড্রোজেন বলে। Nascent হাইড্রোজেন সাধারণ হাইড্রোজেন হইতে অধিকতর সক্রিয়।

পরীক্ষা :—(১) একটি টেষ্ট-টিউবে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু দ্রবণ অল্প পরিমাণে লইয়া উহার ভিতর দিয়া কিপ-যন্ত্র হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস একটি কাচ নল দিয়া চালনা করা হইল। দেখা যাইল যে, পারম্যাঙ্গানেটের রং-এর কোন পরিবর্তন ঘটিল না; অর্থাৎ হাইড্রোজেনের সহিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের কোন বিক্রিয়া হইল না।

অপর একটি টেষ্ট-টিউবে ঐ লঘু দ্রবণ আর খানিকটা লইয়া উহাতে একটু জিঙ্ক এবং সালফিউরিক অ্যাসিড দেওয়া হইল। অ্যাসিড এবং জিঙ্কের বিক্রিয়ার সদ্যোজাত হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া উহা পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণকে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করিয়া দিল।

$$2KMnO_4+3H_2SO_4+10H=K_2SO_4+2MnSO_4+8H_2O$$

(২) ফেরিক ক্লোরাইড লইয়া ঐরূপ পরীক্ষা করা যায়।

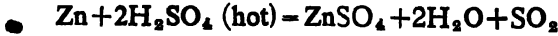
$$FeCl_3 + H = FeCl_2 + HCl$$

এই পরীক্ষাগুলি হইতে প্রমাণিত হয় যে Nascent হাইড্রোজেন সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয়।

Nascent হাইড্রোজেনের সক্রিয়তার খুব সন্তোষজনক উত্তর পাওয়া যায় না। কেহ কেহ বলেন Nascent অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণু অবস্থায় থাকে এবং অণুতে পরিণত হইবার পূর্বে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে। আবার কাহারও মতে উৎপত্তিক্ষণে যে বৈদ্যুতিক শক্তি বা তাপশক্তি নির্গত হয় উহাই হাইড্রোজেনকে সক্রিয় করে।

Action of . H_2SO_4 on Zinc :—

স্বাভাবিক উষ্ণতায় গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত জিঙ্কের কোন বিক্রিয়া হয় না। যদি উহাদের উত্তপ্ত করিয়া ফুটান যায় তাহা হইলে জিঙ্ক জারিত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া SO_2 গ্যাসে পরিণত হয়।

$$Zn+2H_2SO_4\,(hot)=ZnSO_4+2H_2O+SO_2$$

কিন্তু লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড স্বাভাবিক উষ্ণতায় Zn-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$Zn+H_2SO_4(cold)=ZnSO_4+H_2$$

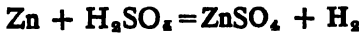
এই জন্য হাইড্রোজেন প্রস্তুত করিতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়।

Q. 2. Describe at least three different chemical reactions to produce hydrogen. How can you obtain a steady supply of pure hydrogen ?

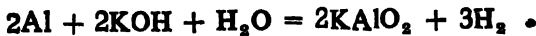
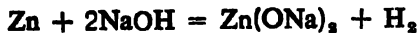
Ans. Hydrogen preparation :—

(১) অ্যাসিড হইতে : জিঙ্ক এবং সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে সহজেই হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্ভব। অন্য অনেক ধাতু এবং অন্য কোন কোন অ্যাসিডও স্বাভাবিক উষ্ণতায় এই গ্যাস উৎপন্ন করে। Na, Fe প্রভৃতি এইরূপে HCl হইতে হইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। যথা :

$$Zn + H_2SO_4=ZnSO_4 + H_2$$

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$$

(২) ক্ষার হইতে : জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি কয়েকটি ধাতু কষ্টিক-সোডা জাতীয় তীব্র ক্ষার হইতে ঈষৎ উষ্ণ অবস্থায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

$$Zn + 2NaOH = Zn(ONa)_2 + H_2$$

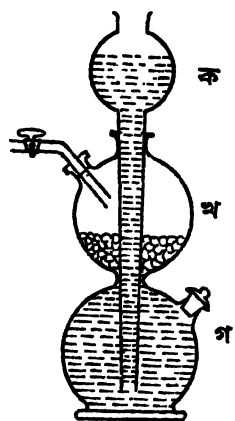
$$2Al + 2KOH + H_2O = 2KAlO_2 + 3H_2$$

(৩) জল হইতে : বিভিন্ন উষ্ণতায় বিভিন্ন ধাতুর সাহায্যে জল হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। যেমন, স্বাভাবিক উষ্ণতায় Na, Ca, প্রভৃতি ধাতু জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$
$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

Steady supply of pure hydrogen :—

কিপ্-যন্ত্রের সাহায্যে জিঙ্ক এবং H_2SO_4-এর বিক্রিয়ার দ্বারা স্থায়ী প্রবাহ হাইড্রোজেন গ্যাস তৈয়ারী করা যায়।

পরীক্ষা : কিপ্-যন্ত্রের 'খ' বালবের ভিতরে কিছু জিঙ্কের টুকরা লওয়া হইল। স্টপকক্‌টি খুলিয়া উপরের 'ক' বালবে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হইল। উহা নল বাহিয়া প্রথমে নীচের 'গ' বালবে আসিবে এবং বালবটি পূর্ণ হইলে অ্যাসিড 'খ' বালবে প্রবেশ করিয়া জিঙ্কের সংস্পর্শে আসিলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হইতে থাকিবে।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

কিন্তু জিঙ্ক ও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে যে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় তাহা বিশুদ্ধ নয়। PH_3, AsH_3, H_2S, CO_2 প্রভৃতি অপদ্রব্য গ্যাস ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে। ঐ অপদ্রব্যগুলি দূর করিবার জন্য হাইড্রোজেন গ্যাসকে লেড নাইট্রেট, সিলভার সালফেট ও পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ এবং সর্বশেষে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া ধৌত করিয়া লইতে হয়। ঐ সকল দ্রবণ কতকগুলি গ্যাস ধাবকের (Gas washer) মধ্যে রাখিয়া ঐ ধাবকগুলি কিপ-যন্ত্রের সহিত যুক্ত করা হয়, এবং হাইড্রোজেনকে উহাদের মধ্যে পরিচালিত করা হয়। ইহাতে অপদ্রব্য গ্যাসগুলি শোষিত হইয়া যায়। (ক) লেড নাইট্রেট্ দ্রবণ H_2S দূরীভূত করে। (খ) সিলভার নাইট্রেট্ দ্রবণ AsH_3 ও PH_3. (গ) পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড SO_2, CO_2 ইত্যাদি দূর করে এবং সালফিউরিক অ্যাসিড জলীয় বাষ্প শোষণ করে।

যেহেতু, কিপ্-যন্ত্রের স্টপককটি বন্ধ করিয়া দিলে 'খ' বালবস্থিত হাইড্রোজেন গ্যাস বাহির হইতে না পারিয়া অ্যাসিডের উপর চাপ দিতে থাকে,

ফলে অ্যাসিড নীচে নামিয়া 'গ' বালবে যায় এবং জিঙ্কের সহিত উহার বিক্রিয়া বন্ধ হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন বন্ধ করে।

হাইড্রোজেন প্রয়োজনে ঐ স্টপককটি খুলিলে যেমন উহা দিয়া গ্যাস বাহির হয় সঙ্গে সঙ্গে চাপ কম হওয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড নীচ হইতে 'খ' বালবে আসে এবং জিঙ্কের সহিত পুনরায় বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন গ্যাসের স্থায়ীপ্রবাহ সৃষ্টি করে। ঐ গ্যাস, শোধক দ্রবণের মধ্য দিয়া চালিত করিয়া বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহ পাওয়া যায়।

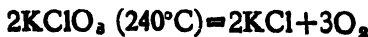
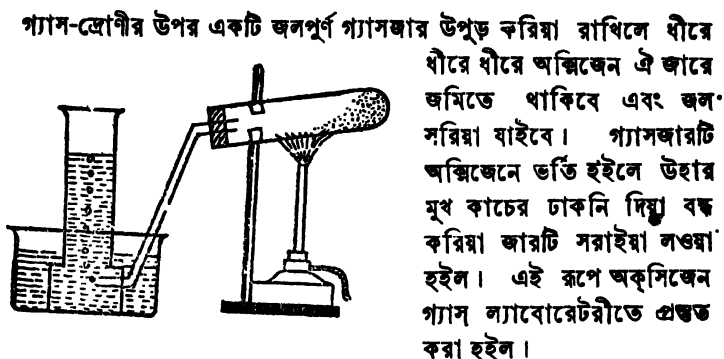
13. Oxygen

Q. 1. How would you prepare oxygen in the laboratory ? Explain the function of manganese dioxide in the prepration of oxygen. State two important properties and uses of oxygen.

Ans. Laboratory preparation :

চারি ভাগ বিচূর্ণ $KClO_3$ এবং এক ভাগ বিচূর্ণ MnO_2-এর সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া, একটি শক্ত মোটা টেষ্ট-টিউবের প্রায় অর্ধেকটা এই মিশ্রণ দ্বারা ভরিয়া লওয়া হইল। টেষ্ট-টিউবের মুখে একটি নির্গমনল কর্কের সাহায্যে আঁটিয়া দেওয়া হইল। একটি বন্ধনীর সাহায্যে ঐ টেষ্ট-টিউবটি (চিত্র) এমনভাবে একটি লোহার স্ট্যাণ্ডে লাগান হইল যাহাতে উহার মুখের দিকটা ঈষৎ অবনমিত অবস্থায় থাকে। নির্গম-নলটির অপর প্রান্ত একটি গ্যাস দ্রোণীতে জলের নীচে রাখা হইল। এখন বুনসেন দীপ-সাহায্যে টেষ্ট-টিউবটিতে তাপ দিলে পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) বিযোজিত হইয়া KCl এবং অকসিজেন উৎপন্ন হইল।

$$2KClO_3\ (240°C) = 2KCl + 3O_2$$

গ্যাস-দ্রোণীর উপর একটি জলপূর্ণ গ্যাসজার উপুড় করিয়া রাখিলে ধীরে ধীরে ধীরে অক্সিজেন ঐ জারে জমিতে থাকিবে এবং জল সরিয়া যাইবে। গ্যাসজারটি অক্সিজেনে ভর্তি হইলে উহার মুখ কাচের ঢাকনি দিয়া বন্ধ করিয়া জারটি সরাইয়া লওয়া হইল। এই রূপে অক্সিজেন গ্যাস ল্যাবোরেটরীতে প্রস্তুত করা হইল।

সাবধানতা :—MnO_2 বিশুদ্ধ হওয়া উচিত। উহাতে carbon মিশ্রিত থাকিলে বিস্ফোরণের ভয় থাকে।

Function of manganese dioxide (MnO_2):

কেবল মাত্র $KClO_3$ লইয়া উহা উত্তপ্ত করিলেও অক্সিজেন গ্যাস পাওয়া যাইতে পারে। কিন্তু বিযোজন ক্রিয়া সম্পূর্ণ করিতে 630°C উষ্ণতার প্রয়োজন হয়। তাপপ্রভাবে প্রথমে 357°C-এ $KClO_3$ গলিয়া যায় এবং KClC এবং KCl-তে পরিবর্তিত হইতে থাকে।

$$4KClO_3 = 3KClO_4 + KCl$$

উষ্ণতা 630°C হইলে $KClO_4$ হইতে অক্সিজেন বাহির হয়।

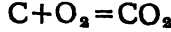
$$KClO_4 = KCl + 2O_2$$

পটাসিয়াম ক্লোরেটের সহিত অল্পমাত্রায় MnO_2 মিশাইয়া দিলে অনেক কম উষ্ণতায় অক্সিজেন উৎপন্ন হয় এবং বিয়োজন ক্রিয়াও অনেক দ্রুতগতিতে সম্পন্ন হয়। অথচ MnO_2-এর কোন রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে না। এখানে MnO_2 একটি 'প্রভাবকের' কার্য করে। ইহার ওজনের কোন হ্রাস বৃদ্ধি হয় না অথচ কেবল মাত্র উপস্থিতিতেই $KClO_3$ অতি সহজে বিয়োজিত হয়।

Important properties :

(১) অক্সিজেন নিজে দাহ্য পদার্থ নহে কিন্তু অপরের দহন-ক্রিয়ায় সহায়তা করে।

পরীক্ষা : একটি পাটকাঠির মাথায় আগুন ধরাইয়া উহার শিখা ফুঁ দিয়া নিভাইয়া দেওয়া হইল। আলোর শিখা না থাকিলেও কাঠির অগ্রভাগ লাল হইয়া পুড়িতে থাকিবে। ঐরূপ পুড়ন্ত কাঠিকে অক্সিজেনের জারে প্রবেশ করাইবা মাত্র উহা পুনরায় উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিতে থাকিবে।

$$C+O_2=CO_2$$

(২) অক্সিজেন সোজাসুজি বহু ধাতব ও অধাতব মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত হইতে পারে। অনেক ক্ষেত্রেই এই সংযোগের কালে তাপ ও আলোক উৎপন্ন হয়।

পরীক্ষা : জ্বলন-চামচেতে এক টুকরা Na লওয়া হইল। চামচেটি উত্তপ্ত করিয়া সোডিয়ামকে (Na) গলাইয়া উহা একটি অক্সিজেন জারে প্রবেশ করান হইল। দেখা যাইবে হলুদ রঙের আলোর সহিত Na জ্বলিতেছে।

$$4Na+O_2=2Na_2O, \quad 2Na+O_2=Na_2O_2$$

Uses :—(১) হাইড্রোজেনের সহিত মিশাইয়া এবং জ্বালাইয়া Oxy-hydrogen flame-এর দ্বারা ধাতুপাত প্রভৃতি জুড়িবার জন্য অক্সিজেনের প্রচুর ব্যবহার হয়।

(২) জলের নীচে ডুবুরীদের, উড়োজাহাজের চালকের এবং রোগীর শ্বাসকার্যের সহায়তার জন্য অক্সিজেনের ব্যবহার হয়।

Q. 2. How would you prepare a specimen of Oxygen Gas from Potassium Chlorate ? What experiments would you perform to demonstrate its principal properties ? How would you show [i] MnO_2 remains unchanged in the preparation of oxygen in the laboratory [ii] Potassium Chloride is obtained as a bye-product ?

Ans. Q. 1 এর ans দেখ, এবং—

[i] $KClO_3$-এর বিয়োজন সম্পূর্ণ হইয়া অক্সিজেন বাহির করিয়া লইবার পর টেষ্ট-টিউবটি ঠাণ্ডা করা হইল। ঐ টেষ্ট-টিউবের ভিতরের সমস্ত কঠিন পদার্থ জলের সাহায্যে একটি বীকারে স্থানান্তরিত করা হইল। বীকারটি গরম করিয়া উহার জল ফুটাইলে কঠিন পদার্থের দ্রবণীয় অংশ জলে দ্রবীভূত হইল এবং MnO_2 জলে দ্রবীভূত হয় না বলিয়া বীকারের তলায় পড়িয়া রহিল। ফিলটার করিয়া MnO_2 আলাদা করা হইল। উহাকে শুষ্ক করিয়া

ওজন করিলে দেখা যাইবে যতটুকু MnO_2 পূর্বে লওয়া হইয়াছিল তাহাই রহিয়াছে এবং উহার রাসায়নিক ধর্মের কোন পরিবর্তন হয় নাই।

[ii] উপরোক্ত MnO_2 ছাঁকিয়া লইয়া যে দ্রবণ পাওয়া গেল উহা উত্তাপে ঘন করিয়া শীতল করিলে KCl-এর দানা পাওয়া যাইবে। এই KCl পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিয়োজনের ফলে উৎপন্ন এবং একটি বাই-প্রডাক্ট্।

Q. 3. What is Catalyst? Describe one laboratory process in which catalyst is used for the preparation of a substance.

Ans. Catalyst :—Q. 3. definition, explanation and short note দেখ।

Laboratory process : Q. 1. ans. দেখ।

14. Water

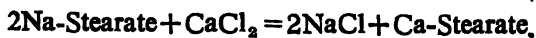
Q. 1. What is meant by Hard and Soft water? What causes hardness of water? Describe some easy methods for removing hardness of water. What are the disadvantages of hard water?

Ans. Hard water (খর জল) : যে সব জল সহজে সাবানের ফেনা উৎপন্ন করিতে পারে না, তাহাকে খর জল বলে।

Soft water (মৃদু জল) : যে সব জল অতি সহজেই সাবানের ফেনা উৎপন্ন করে তাহাকে মৃদু জল বলে।

Casues of hardness (খরতার কারণ) : ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ঘটিত লবণসমূহ দ্রবীভূত থাকিলে জল খরতা প্রাপ্ত হয়। এই লবণগুলি সাধারণতঃ bi-carbonate, chloride ও sulphate হইয়া থাকে। জলে এই লবণগুলি থাকিলে সহজে সাবানের ফেনা উৎপন্ন হয় না।

সাবানে Stearic, Palmitic acid প্রভৃতির Potassium বা Sodium লবণ থাকে। এই লবণগুলি জলের সহিত মিশিয়া সহজে ফেনার সৃষ্টি করে। জলে Calcium বা Magnesium লবণ থাকিলে উহাদের সহিত সাবানের রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে। ফলে জলে আর ফেনা হয় না।

2Na-Stearate + $CaCl_2$ = 2NaCl + Ca-Stearate.

Ca-Stearate এর ফেনা প্রস্তুত করার ক্ষমতা নাই।

Removal of Hardness (জলের খরতা দূরীকরণ):

স্থায়ী এবং অস্থায়ী, এই দুই প্রকারের খর জল হয়।

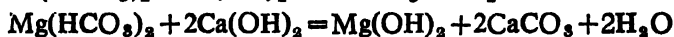
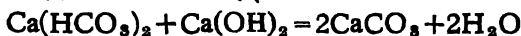
অস্থায়ী খরতা-দূরীকরণ :—অস্থায়ী খরজলে Calcium বা Magnesium bi-carbonate থাকে। এই জল ফুটাইলে ঐ লবণগুলি ভাঙ্গিয়া Calcium বা Magnesium Carborateঐ পরিণত হয় এবং উহারা জলে অদ্রবণীয় হইয়া বাহির হইয়া যায় এবং ফলে জল মৃদু হয়।

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O + CO_2$$

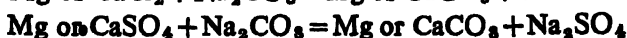
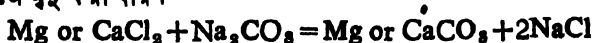
ক্লার্ক-পদ্ধতি : চুন বা কলিচুনের সাহায্যে জলের অস্থায়ী খরতা দূর করা যায়। চুনের সহিত Calcium or Magnesium bi-carbonate-এর রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে জল হইতে উহারা অদ্রবণীয় বিভিন্ন যৌগিক হইয়া বাহির হইয়া যায় এবং জল মৃদু হয়।

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + 2CaCO_3 + 2H_2O$$

সাবধানতা : চুন পরিমাণমত দেওয়া দরকার, নচেৎ চুন বেশী হইয়া জলের খরতা দূর না করিয়া উহা বৃদ্ধি করিবে।

স্থায়ী-খরতা দূরীকরণ : স্থায়ী খর-জলে Chloride and sulphate of Calcium or Magnesium থাকে। এই জলে Sodium Carbonate মিশাইলে Calcium or Magnesium Carbonate হইয়া অদ্রবণীয় অবস্থায় পরিণত হয় এবং জল হইতে বাহির হইয়া যায়। এইরূপে স্থায়ী খর-জল সহজে মৃদু করা যায়।

Mg or $CaCl_2 + Na_2CO_3$ = Mg or $CaCO_3$ + 2NaCl

Mg or $CaSO_4 + Na_2CO_3$ = Mg or $CaCO_3 + Na_2SO_4$

Disadvantages (খর-জলের অসুবিধা) :

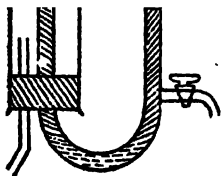
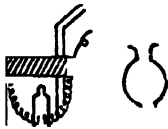
[১] যেহেতু খর-জলে সহজে সাবানের ফেনা হয় না সুতরাং কাপড় পরিষ্কার করিতে সাবানের অপব্যয় হয়।

[২] খর জল পান করা স্বাস্থ্যের পক্ষে অপকারী।

[৩] ফ্যাক্টরীর Boiler-এ খর-জল ব্যবহার করিলে উহাতে কিছুদিন পরে কার্বনেটের স্তর (boiler scale) জমিয়া Boiler নষ্ট করিয়া দেয়। এই অবস্থায় Boiler হইতে steam প্রস্তুত করা যেমন ভয়াবহ তেমন অনেক কয়লা পোড়াইবার দরকার হয়।

Q. 4. How will you determine the volumetric or gravimetric composition of steam? From the volumetric composition deduce the formula for water-molecule.

How and under what condition does water react with (a) iron (b) carbon (c) CaC_2 ? Name the products formed and give equations.

Ans. হফম্যানের পরীক্ষা : একটি U-আকৃতি বিশিষ্ট গ্যাসমান যন্ত্রে (Eudiometer) এই পরীক্ষা করা হয়। ইহার একমুখ বন্ধ এবং উহাতে বিদ্যুৎ-স্ফুলিঙ্গ দেওয়ার জন্য দুইটি প্লাটি-নামের তার লাগান থাকে। নলের এই বাহুটি অংশাঙ্কিত। অপর বাহুর নীচের দিকে স্টপ-কর্কযুক্ত একটি নির্গম নল আছে। প্রথমে সম্পূর্ণ নলটি পারদে ভর্তি করিয়া লইয়া উহার অংশাঙ্কিত বাহুতে খানিকটা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণ লওয়া হয়। এই মিশ্রণের উপাদানগুলির অনুপাত ২ : ১ রাখা হয়। অংশাঙ্কিত বাহুটির চারিপাশে কুঞ্চকের মত আর একটি অপেক্ষাকৃত মোটা নল রাখা হয়। এই নলের ভিতর দিয়া amyl alcohol বাষ্প সঞ্চালিত করা হয়। এই বাষ্পের উষ্ণতা প্রায় ১৩২°C। ইহার ফলে অংশাঙ্কিত বাহুর ভিতরের হাইড্রোজেন ও

অক্সিজেন মিশ্রণটিও উত্তপ্ত থাকে। উষ্ণতা সমতাপ্রাপ্ত হইলে ঐ যন্ত্রের দুই বাহুর পারদ-তল সমান করিয়া গ্যাস মিশ্রণের আয়তন জানিয়া রাখা হয়। এখন প্লাটিনাম তার দুইটি একটি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিলে বিদ্যুৎ-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইবে এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়া জল হইবে। কিন্তু নলটি ১৩২°C উষ্ণ থাকায় উৎপন্ন জল স্টিম আকারে থাকিবে। এইবার U-নলের দুই বাহুর পারদ সমতলে আনিলে দেখা যাইবে যে, ঐ স্টিমের আয়তন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণের আয়তনের $\frac{2}{3}$ ভাগ। যন্ত্রটি ঠাণ্ডা করিলে ষ্টিম, জলাকারে পরিণত হইবে এবং তখন দেখা যাইবে যে, যন্ত্রে হাইড্রোজেন-অক্সিজেন মিশ্রণ কিছুই নাই; অর্থাৎ উহা সম্পূর্ণরূপে জলে পরিণত হইয়াছে।

অতএব পরীক্ষার দ্বারা জানা গেল

২ আয়তন হাইড্রোজেন+১ আয়তন অক্সিজেন=২ আয়তন ষ্টিম।

অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প প্রয়োগ করিয়া,

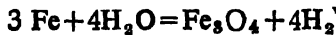
২ অণু হাইড্রোজেন+১ অণু অকসিজেন=২ অণু ষ্টিম

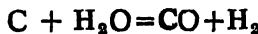
∴ ১ অণু হাইড্রোজেন+$\frac{1}{2}$ অণু অকসিজেন=১ অণু ষ্টিম

অর্থাৎ ১ অণু ষ্টিমে ২ পরমাণু হাইড্রোজেন এবং ১ পরমাণু অক্সিজেন আছে। সুতরাং জলীয় বাষ্পের (ষ্টিমের) অণু সঙ্কেত H_2O.

Reactions :—

(a) উত্তপ্ত (৮০০°C) লৌহের উপর দিয়া যদি ষ্টিম প্রবাহিত করা যায় তাহা হইলে লৌহের সহিত ষ্টিমের বিক্রিয়ায় ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2$$

(b) উত্তপ্ত কার্বনের উপর দিয়া ষ্টিম প্রবাহ পাঠাইলে CO এবং H_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই দুইটি গ্যাসের মিশ্রণকে water gas বলে।

$$C+H_2O=CO+H_2$$

(c) স্বাভাবিক উষ্ণতায় Calcium Carbide ও জলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় $Ca(OH)_2$ এবং acetylene gas (C_2H_2) উৎপন্ন হয়।

$$CaC_2+2H_2O=Ca(OH)_2+C_2H_2$$

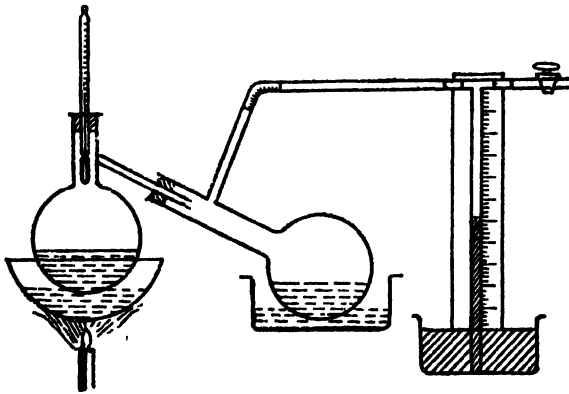
15. Hydrogen Peroxide

Q. 1. How is Hydrogen Peroxide prepared commercially ? How can you check its decomposition ? Distinguish peroxide from other oxides with the help of a suitable reaction.

Ans. মার্ক-পদ্ধতি :— হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অধিক পরিমাণে প্রয়োজন হইলে উহা BaO_2 হইতে মার্ক-পদ্ধতি সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়।

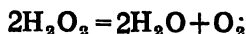
একটি পাত্রে জলের মধ্যে খানিকটা BaO_2 মিশান হয়। BaO_2 জলে অদ্রবণীয় বলিয়া জলে ভাসমান থাকে। পাত্রটির চারিদিকে বরফ দিয়া আবৃত করিয়া উহার উষ্ণতা খুব কম রাখা হয়। অতঃপর ক্রমাগত CO_2 গ্যাসের প্রবাহ উহাতে দিলে H_2O_2 এবং $BaCO_3$ উৎপন্ন হয়। $BaCO_3$ এবং অপরিবর্তিত BaO_2 ছাঁকিয়া পৃথক করিয়া লইলেই হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের দ্রবণ পাওয়া যায়।

অনুপ্রেষ পাতন

$$BaO_2+CO_2+H_2O=BaCO_3+H_2O_2$$

বিশুদ্ধ করণ :— উপরোক্ত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণ প্রথমতঃ একটি থালার মত বিস্তৃত পাত্রে রাখিয়া একটি জলগাহের উপর ৬০°—৭০°C-এ উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে ঐ দ্রবণটি ঘনীভূত হইয়া H_2O_2এর পরিমাণ প্রায় ৬৬% হইয়া থাকে। অতঃপর অল্পপ্রেষ পাতনের সাহায্যে উহাকে ৯৯·১% H_2O_2 করা হয়। এই পাতন ক্রিয়া ৮৫°C-এ করিতে হয় নচেৎ H_2O_2 বিযোজিত হইবার সম্ভাবনা থাকে।

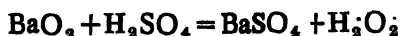
পাতিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডকে অতঃপর vacuum dessicator-এর ভিতর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে ঐ অ্যাসিড জল শোষণ করিয়া লয় এবং বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পাওয়া যায়।

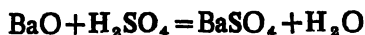
To check decomposition : হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অত্যন্ত অস্থায়ী এবং অতি সহজেই সাধারণ অবস্থায় বিযোজিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।

$$2H_2O_2=2H_2O+O_2$$

ধূলিকণা, সিলিকা, প্লাটিনামচূর্ণ প্রভৃতি H_2O_2 বিযোজিত করিতে সাহায্য করে। কিন্তু H^+আয়ন হাইড্রোজেন পারক্সাইডে উপস্থিত থাকিলে উহা বাধকের (negative catalyst) কাজ করে, অর্থাৎ H^+ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডে থাকিলে উহার স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়। এই জন্য খুব অল্প পরিমাণে H_2SO_4 বা H_3PO_4 প্রয়োগ করিয়া হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিযোজন বন্ধ করা হয়।

Distinction :— যে সকল অক্সাইডে, উহার সাধারণ অবস্থার অক্সিজেনের পরিমাণ হইতে বেশী অক্সিজেন পরমাণু থাকে, তাহাদিগকে পূর্বে পার-অক্সাইড বলা হইত। কিন্তু বর্তমানে, কোন অক্সাইড হইতে যদি লঘু অ্যাসিডের সাহায্যে H_2O_2 পাওয়া যায়, কেবলমাত্র ঐ অক্সাইডকে প্রকৃত পার-অক্সাইড বলা হয়।

BaO_2-এর সহিত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে H_2O_2 উৎপন্ন হয়।

$$BaO_2+H_2SO_4=BaSO_4+H_2O_2$$

কিন্তু BaO-এর সহিত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় H_2O_2 পাওয়া যায় না।

$$BaO+H_2SO_4=BaSO_4+H_2O$$

সুতরাং BaO_2 একটি পার-অক্সাইড, কিন্তু BaO পার অক্সাইড নহে। এইরূপ Na_2O_2 একটি পার-অক্সাইড।

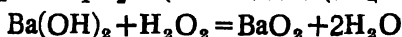
Q. 2. Describe the method of preparation of pure hydrogen peroxide. State its important properties.

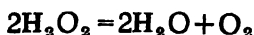
Ans. Q. 1. ans দেখ।

Properties :—

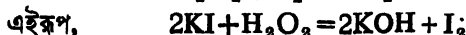
(১) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অম্লজাতীয়। উহা ক্ষার পদার্থের সহিত ক্রিয়া করে।

$NH_3+H_2O_2=NH_4O_2H$ (অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড)

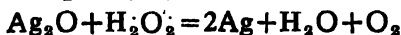
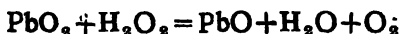
$$Ba(OH)_2+H_2O_2=BaO_2+2H_2O$$

(২) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অত্যন্ত অস্থায়ী এবং অতি সহজেই বিযোজিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।

$$2H_2O_2=2H_2O+O_2$$

(৩) জারণ ক্ষমতাই হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের সবচেয়ে প্রধান ধর্ম। উহার প্রতিটি অণু হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন উৎপন্ন হইয়া উহাই জারণ-ক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করে। H_2O_2-এর মধ্যে H_2S গ্যাস পাঠাইলে H_2S জারিত হইয়া H_2O এবং S-এ পরিণত হয়।

$$H_2O_2+H_2S=2H_2O+S$$

এইরূপ, $2KI+H_2O_2=2KOH+I_2$

(৪) কোন কোন ক্ষেত্রে H_2O_2 বিজারকরূপে ক্রিয়া করিতে পারে। PbO_2, Ag_2O প্রভৃতি H_2O_2-এর দ্বারা বিজারিত হয়।

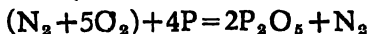
$$PbO_2+H_2O_2=PbO+H_2O+O_2$$

$$Ag_2O+H_2O_2=2Ag+H_2O+O_2$$

অবশ্য এই বিক্রিয়াসমূহকে সম্পূর্ণ বিজারণ মনে করা যায় না।

16. Nitrogen

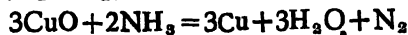
Q. 1. How N_2 gas may be obtained from (a) air (b) ammonia (c) nitric acid ? Give an account of one method of manufacture of ammonia from the atmosphere.

Ans. (a) বায়ু হইতে N_2 গ্যাস :—বায়ুতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন মিশ্রণ অবস্থায় আছে। এই মিশ্রণ হইতে অক্সিজেনকে ফসফরাসের সহিত রাসায়নিক সংযোগ করিয়া পৃথক করিয়া লইলে নাইট্রোজেন অবশিষ্ট থাকে। ফসফরাসের সহিত অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় P_2O_5 হয়।

$$(N_2+5O_2)+4P=2P_2O_5+N_2$$

একটি বড় খোলা পাত্রে খানিকটা জল লইয়া ঐ জলের উপর একটি বেসীনে (basin) একটু সাদা ফসফরাস ভাসাইয়া রাখা হয়। ফসফরাসে আগুন ধরাইয়া উহা জ্বলিতে আরম্ভ করিলে বেলজার দিয়া চাপা দেওয়া হয়। বেল-জারস্থিত বায়ুর অক্সিজেনের সহিত ফসফরাস মিলিত হইতে থাকে এবং যখন সম্পূর্ণ অক্সিজেন এই ভাবে যুক্ত হইয়া যায় তখন ফসফরাস জ্বলা বন্ধ হইয়া নিভিয়া যায়। বেলজারটি ঠাণ্ডা করিলে উহার ভিতরে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। এই নাইট্রোজেন বিশুদ্ধ নয়।

(b) Ammonia হইতে N_2 গ্যাস :—অ্যামোনিয়া গ্যাস ও বাতাসের মিশ্রণ যদি একটি কপার-ছিলা-পূর্ণ উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়, তাহা হইলে উহা হইতে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। বায়ুর অক্সিজেনের দ্বারা, তামা কপার অক্সাইডে পরিণত হয় এবং উহা অ্যামোনিয়াকে জারিত করিয়া নাইট্রোজেন উৎপন্ন করে।

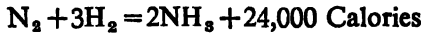
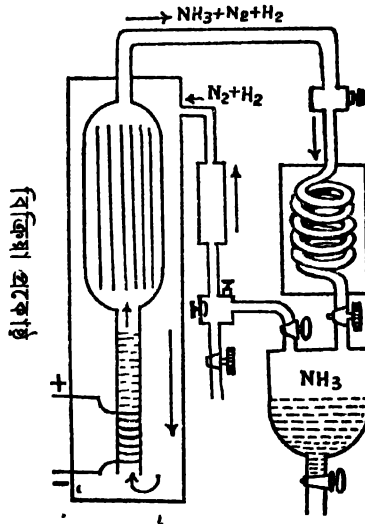
বাতাস অর্থাৎ $(N_2+O_2)+2Cu=CuO+N_2$

$$3CuO+2NH_3=3Cu+3H_2O+N_2$$

(c) Nitric acid হইতে N_2 গ্যাস :—HNO_3 বাষ্প যদি কপার-ছিলা-পূর্ণ উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়, তাহা হইলে CuO,

H_2O এবং N_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণ KOH দ্রবণের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া N_2 গ্যাস একটী গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা যায়

$$\text{ı}+2HNO_3=5CuO+H_2O+N_2$$

anufacture of Ammonia :—হেবারস্ পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন আয়তনের 1 : 3 অনুপাতে মিশ্রিত করিয়া 200 Atmosphere চাপে একটী প্রকোষ্ঠের মধ্যে উত্তপ্ত লৌহচূর্ণ প্রভাবকের (catalyst) উপর দিয়া পরিচালনা করা হয়। প্রভাবকের উষ্ণতা অন্ততঃ ৬০০°C রাখা হয়। এই উষ্ণতা এবং চাপে প্রভাবকের সাহায্যে নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

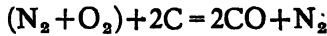
$$N_2+3H_2=2NH_3+24{,}000 \text{ Calories}$$

বিক্রিয়ার পর প্রকোষ্ঠ হইতে যে গ্যাস মিশ্রণ বাহির হয় উহাতে ammonia এবং অসংযুক্ত নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন থাকে। এই মিশ্রণকে চাপের

প্রভাবে শীতল করিয়া উহা হইতে ammonia-কে তরল অবস্থায় অন্য গ্যাস-

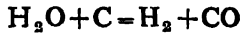
গুলি হইতে পৃথক করিয়া লওয়া হয়। অসংযুক্ত নাইট্রোজেন এবং হাই-ড্রোজেন যাহা গ্যাস অবস্থায় থাকিয়া যায় তাহাদিগকে বিশুদ্ধ মিশ্রণের সহিত মিশাইয়া পুনরায় বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে পাঠান হয় এবং এইরূপে আরো ammonia প্রস্তুত করা হয়। (আগের পৃষ্ঠার চিত্র দেখ।)

অধিকাংশ ক্ষেত্রেই আজকাল Bosch Process-এতে জল হইতে হাই-ড্রোজেন এবং বায়ু হইতে নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা হয় এবং এই হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন হইতেই উপরোক্ত প্রণালীতে ammonia প্রস্তুত করা হয়।

Q. 2. Starting from air and water describe the preparation of NH_3. How can Ammonium Sulphate be manufactured ?

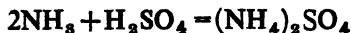
Ans. Ammonia প্রস্তুত করিবার জন্য প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেন এবং নাইট্রোজেন গ্যাসগুলি বস্-প্রণালীতে যথাক্রমে জল ও বায়ু হইতে উৎপন্ন করা হয়। লোহিত-তপ্ত কোক কয়লার উপর দিয়া বায়ু পরিচালনা করিলে উহার সহিত বায়ুর অক্সিজেন মিলিয়া CO গ্যাস হয় এবং N_2 অবিকৃত থাকে। এই গ্যাস মিশ্রণকে Producer gas বলে।

$$\underset{\text{বায়ু}}{(N_2+O_2)}+2C=\underset{\text{Producer gas}}{2CO+N_2}$$

আবার ঐরকম উত্তপ্ত কোকের উপর দিয়া স্টীম পরিচালনা করিলে হাই-ড্রোজেন এবং CO গ্যাস পাওয়া যায়। এই মিশ্রণকে water gas বলে।

$$H_2O+C=H_2+CO$$

Producer gas এবং Water gas অতঃপর এমনভাবে মিশ্রিত করা হয় যাহাতে শেষ পর্যন্ত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের অনুপাত ১ : ৩ হয়। ঐ গ্যাস মিশ্রণের সহিত আরো ষ্টীম মিশাইয়া উহাকে Fe_2O_3 বা Cr_2O_3 পূর্ণ নলের ভিতর দিয়া লইয়া যাইলে ষ্টীমের সহিত CO গ্যাসের বিক্রিয়া হইয়া CO গ্যাস উৎপন্ন হয়। মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করিয়া অতিরিক্ত চাপে জল ও অ্যামোনিয়াম কিউপ্রাস ফরমেট দ্রবণের ভিতর দিয়া লইয়া যাইলে CO_2, CO, H_2O প্রভৃতি দূরীকৃত হয় এবং নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন পড়িয়া থাকে। নিরুদকের সাহায্যে এই গ্যাস দুইটিকে বিশুদ্ধ করিয়া আমোনিয়া প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়।

আমোনিয়া প্রস্তুত প্রণালীর জন্য Q. 1. ans দেখ।

Manufacture of Ammonium Sulphate :— হেভার প্রণালীর দ্বারা যে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায় উহাকে সোজাসুজি লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত সংযুক্ত করিয়া অ্যামোনিয়াম সালফেট প্রস্তুত করা হয়।

$$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$$

আমাদের দেশে বিচূর্ণ ক্যালসিয়াম সালফেট জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া উহার ভিতর দিয়া CO_2 ও NH_3 গ্যাসগুলি প্রবাহিত করিয়া অ্যামোনিয়াম সালফেট তৈয়ারী করা হয়।

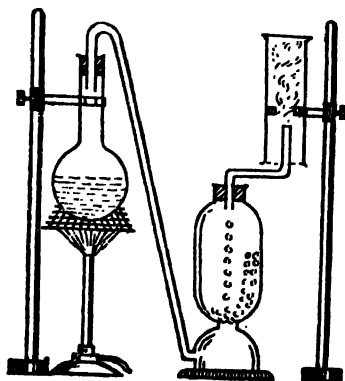
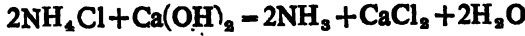
$$2NH_3 + CO_2 + H_2O + CaSO_4 = (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3$$

প্রস্তুত করিবার সময় জলের মধ্যে $(NH_4)_2SO_4$ দ্রবীভূত থাকে। ঐ দ্রবণ হইতে $(NH_4)_2SO_4$ স্ফটিকীরণ করিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।

Q. 3. How would you obtain a jar of dry ammonia? Describe one experiment for each to demonstrate :—(i) its solubility in water (ii) its inflamability (iii) its lightness (iv) its basic character.

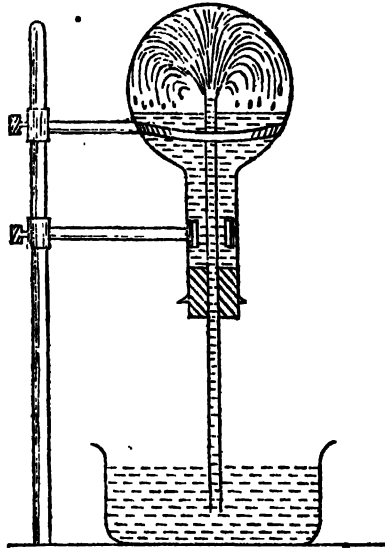
Ans. Laboratory preparation :—সাধারণতঃ NH_4Cl-এর উপর $Ca(OH)_2$ অথবা CaO-এর বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয়।

একটি গোল flask-এ সমপরিমাণ NH_4Cl ও $Ca(OH)_2$ উত্তম-

রূপে মিশ্রিত করিয়া লইয়া উত্তপ্ত করা হয়। নির্গম-নলটিকে একটি

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

কর্কের দ্বারা flask-এর মুখে আঁটিয়া দেওয়া হয়। নির্গম-নলের অপর প্রান্ত একটী কলিচুণের tower-এর সহিত যুক্ত থাকে। ঐ tower-এর উপর একটি বাঁকা-নল সংযুক্ত থাকে। এই নলের উপর একটী গ্যাসজার উপুড় করিয়া রাখা হয়। উত্তাপের ফলে যে NH_3 উৎপন্ন হয় তাহা নির্গম-নল দিয়া আসিয়া চুনের tower-এ প্রবেশ করে। চুনের ভিতর দিয়া যাওয়ায় NH_3 গ্যাস শুষ্ক হইয়া যায় এবং গ্যাসজারে সঞ্চিত হয়।

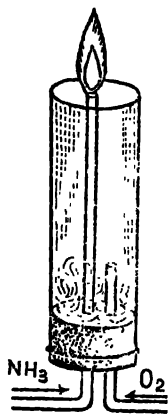
অ্যামোনিয়া বাতাস অপেক্ষা লঘু বলিয়া বাতাসকে নীচে ঠেলিয়া ঐ জারে জমা হয়। এইরূপে এক জার শুষ্ক NH_3 গ্যাস প্রস্তুত করা যায়।

Experiments :—

(i) Solubility—একটী গোল flask-এ NH_3 ভর্ত্তি করিয়া মুখটি কর্ক

দিয়া আঁটিয়া দিতে হইবে। কর্কের সহিত একটি বড় কাচ-নল লাগান আছে।

একটি বড় পাত্রে খানিকটা জল লইয়া উহাতে ঐ কাচ-নলের মাথা ডুবাইয়া দেওয়া হইল। flaskটিকে একটু ঠাণ্ডা করিলে দেখা যাইবে যে ঐ কাচ-নলটি বাহিয়া জল flask-এ প্রবেশ করিয়া ফোয়ারার সৃষ্টি করিয়াছে।

এই পরীক্ষায় প্রমাণিত হয় যে NH_3 গ্যাস জলেতে অত্যধিক দ্রাব্য।

(ii) Basic character :—উপরোক্ত পরীক্ষায় যদি পাত্রের জলে একটু লাল লিটমাস-দ্রবণ দেওয়া যায় উহা flask-এর NH_3 গ্যাসের সংস্পর্শে আসিলেই নীল হইয়া যাইবে। ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে NH_3 গ্যাস ক্ষারক জাতীয়।

(iii) Inflamability—একটি প্রশস্ত নলের নীচের মুখটী কর্ক দিয়া বন্ধ করিয়া উহাতে দুইটী বাঁকা সরু নল লাগান হয়। ইহাদের একটি অপেক্ষাকৃত লম্বা; উহার ভিতর দিয়া শুষ্ক NH_3 গ্যাস প্রবাহিত করা হয়।

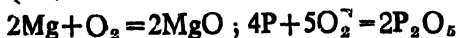
অপর নলটি একটু ছোট এবং উহা Oxygen gas বহন করে। অতঃপর প্রথম নলটির মুখ হইতে নির্গত NH_3 গ্যাসে আগুন ধরাইলে উহা জ্বলিতে থাকিবে। ইহা প্রমাণ করে যে NH_3 গ্যাস inflamable। কিন্তু সাধারণতঃ ইহা জ্বলে না।

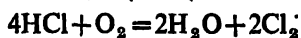
(iv) Lightness :—দেখা গিয়াছে NH_3 গ্যাস প্রস্তুত করিবার সময় উহা বাতাসকে নীচে ঠেলিয়া গ্যাস জারে জমা হয়। ইহাই NH_3 গ্যাসের বাতাস হইতে lightness প্রমাণ করে।

17. Oxidation and Reduction

Q. 1. Explain Oxidation and Reduction. Define and illustrate Oxidising and reducing agents. To what class does H_2O_2 belong ?

Ans. Oxidation (জারণ-ক্রিয়া) : কোন পদার্থের জারণ বলিতে সাধারণতঃ উহার সহিত অক্সিজেনের সংযোগ বুঝায়। ম্যাগনেসিয়াম বা ফসফরাস দহনকালে এইরূপে জারিত হয়। অর্থাৎ অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। যথা :

$$2Mg+O_2=2MgO \; ; \; 4P+5O_2=2P_2O_5$$

অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে অনেক পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন দূরীকৃত হইতে পারে বলিয়া কোন পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন দূরীকরণকেও জারণ-ক্রিয়া বলে। অক্সিজেনের সাহায্যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেনকে দূরীকরণ করিলে ক্লোরিণ গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ ক্ষেত্রে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত হইয়াছে।

$$4HCl+O_2=2H_2O+2Cl_2$$

বর্তমানে জারণ শব্দটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হইতেছে। যেহেতু অক্সিজেন নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী মৌল, সেই জন্য নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী কোন মৌল পদার্থ অন্য পদার্থে যুক্ত হইলে জারণ ক্রিয়া বলা হয়।

$$2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$$

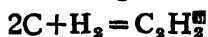
এ ক্ষেত্রে ক্লোরিণ নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী বলিয়া উপরোক্ত বিক্রিয়াকে জারণ ক্রিয়া বলা হইবে। কোন পদার্থের নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী অংশের অনুপাত বৃদ্ধিকেও জারণ ক্রিয়া বলা হয়। উপরোক্ত উদাহরণে ফেরাস ক্লোরাইডে ক্লোরিণ অথবা নেগেটিভ বিদ্যুতের অনুপাত বৃদ্ধি করিয়া ফেরিক ক্লোরাইড হইয়াছে।

অতএব রাসায়নিক ক্রিয়ার দ্বারা অক্‌সিজেনের সংযোগ অথবা হাইড্রোজেন দূরীকরণ অথবা নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী মৌলের সংযোগ অথবা নেগেটিভ বিদ্যুতের অনুপাত বৃদ্ধি করাকে জারণ-ক্রিয়া বলে। ইলেকট্রন মতবাদ অনুসারে, কোন পদার্থ হইতে ইলেকট্রন সরাইলে উহার জারণ হয়।

Reduction (বিজারণ) : বিজারণ-ক্রিয়া জারণের সম্পূর্ণ বিপরীত। সাধারণতঃ কোন পদার্থ হইতে অক্‌সিজেন সরাইয়া লইলে উহাকে বিজারণ-ক্রিয়া বলা হয়। মারকিউরিক অক্‌সাইডকে উত্তপ্ত করিলে উহা বিজারিত হইয়া মারকারিতে পরিণত হয় এবং অক্‌সিজেন আলাদা হইয়া যায়।

$$2HgO + heat = 2Hg + O_2$$

হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে অনেক পদার্থ হইতে অক্‌সিজেন দূরীকৃত হইতে পারে বলিয়া কোন পদার্থের সহিত হাইড্রোজেনের সংযুক্তিকেও বিজারণ-ক্রিয়া বলা হয়। যেমন

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$
$$2C + H_2 = C_2H_2$$

উত্তপ্ত করিয়া কপার অক্‌সাইড হইতে অক্‌সিজেনকে হাইড্রোজেনের দ্বারা দূরীকৃত করিয়া কপার ধাতু পাওয়া যায়। কার্বনের সহিত হাইড্রোজেনের সংযোগে, কার্বন বিজারিত হইয়া অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন হয়।

ব্যাপক অর্থে, পজিটিভ বিদ্যুৎবাহী কোন মৌল পদার্থ অন্য পদার্থে যুক্ত হইলে বিজারণ-ক্রিয়া হয় এবং বর্তমানে কোন পদার্থের পজিটিভ বিদ্যুৎবাহী অংশের অনুপাত বৃদ্ধিকেও বিজারণ বলে। যথা :

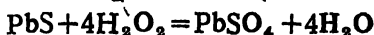
$$HgCl_2 + Hg = Hg_2Cl_2$$

এস্থলে মারকিউরিক ক্লোরাইড, পজিটিভ বিদ্যুৎবাহী মৌল মারকারি ধাতুর সহিত সংযোগের ফলে বিজারিত হইয়া মারকিউরাস ক্লোরাইড উৎপন্ন করিয়াছে। এই বিক্রিয়ায় মারকিউরাস ক্লোরাইড হওয়ায় মারকিউরিক ক্লোরাইডের পজিটিভ বিদ্যুতের পরিমাণ কমিয়া গিয়াছে, সুতরাং ইহা একটি বিজারণ-ক্রিয়া।

অতএব, কোন পদার্থে হাইড্রোজেন সংযোগ, অথবা কোন পদার্থ হইতে অক্সিজেন দূরীকরণ, অথবা কোন পদার্থে পজিটিভ বিদ্যুৎবাহী মৌলের সংযোগ, অথবা কোন পদার্থের পজিটিভ বিদ্যুতের অনুপাত বৃদ্ধি করাকে বিজারণ-ক্রিয়া বলে।

ইলেকট্রন মতবাদ অনুসারে, কোন পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করিলে উহা বিজারিত হয়।

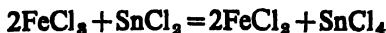
Oxidising agent (জারক দ্রব্য) : যে সকল পদার্থের সাহায্যে কোন বস্তুর জারণকার্য্য সম্পাদিত হয় তাহাদের জারক দ্রব্য বলে। যথা : লেড সালফাইডকে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা জারিত করিয়া লেড সালফেট পাওয়া যায়। এ স্থলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড একটি জারক দ্রব্য।

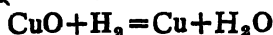
$$PbS+4H_2O_2=PbSO_4+4H_2O$$

এইরূপে, স্ট্যানাস ক্লোরাইডকে জারক-দ্রব্য ক্লোরিণের দ্বারা জারিত করিয়া স্ট্যানিক ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

$$SnCl_2+Cl_2=SnCl_4$$

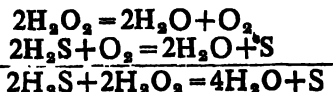
জারক-দ্রব্য সর্বদাই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া থাকে।

Reducing agent (বিজারক-দ্রব্য) : যে সকল পদার্থের সাহায্যে কোন বস্তুর বিজারণ-কার্য সম্পাদিত হয় তাহাদিগকে বিজারক দ্রব্য বলে। যথা : ফেরিক ক্লোরাইডকে স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্বারা বিজারিত করিলে ফেরাস ক্লোরাইড পাওয়া যায়। এ স্থলে স্ট্যানাস ক্লোরাইড একটি বিজারক-দ্রব্য।

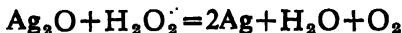
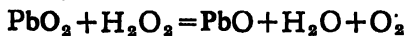
$$2FeCl_3+SnCl_2=2FeCl_2+SnCl_4$$

হাইড্রোজেন একটি বিজারক-দ্রব্য। ইহা কপার অক্সাইডকে বিজারিত করিলে কপার ধাতু উৎপন্ন হয়।

$$CuO+H_2=Cu+H_2O$$

বিজারক-দ্রব্য সর্বদা ইলেকট্রন ছাড়িয়া দেয়।

Hydrogen peroxide (H_2O_2) : ইহা একটি জারক-দ্রব্য। ইহা হইতে সহজে অক্সিজেন উৎপন্ন হইয়া প্রকৃত পক্ষে অন্য পদার্থকে জারিত করে। যথা :

$$2H_2O_2=2H_2O+O_2$$
$$2H_2S+O_2=2H_2O+S$$
$$2H_2S+2H_2O_2=4H_2O+S$$

সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনকে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা জারিত করিলে গন্ধক এবং জল উৎপন্ন হয়। এস্থলে, হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হইয়া উহা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনকে জারিত করে।

কোন কোন ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিজারক-দ্রব্যের মত ব্যবহার করে যথা :- লেড ডাই-অক্সাইড, সিলভার ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের সাহায্যে বিজারিত হয়।

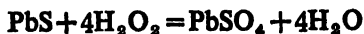
$$PbO_2 + H_2O_2 = PbO + H_2O + O_2$$
$$Ag_2O + H_2O_2 = 2Ag + H_2O + O_2$$

কিন্তু, এই বিক্রিয়াসমূহকে সম্পূর্ণরূপে বিজারণ বলা যায় না। কারণ, বিজারণ-ক্রিয়াতে বিজারকটী নিজে জারিত হওয়া প্রয়োজন। উপরোক্ত ক্ষেত্রে অপর পদার্থ বিজারিত হইলেও, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জারিত হয় নাই ; বরং বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হইয়াছে।

Q. 2. What is meant by Oxidation and Reduction? "Oxidation never takes place without reduction"—explain. Illustrate the oxidising or reducing action of H_2O_2, H_2S, $KMnO_4$, CO and HNO_2.

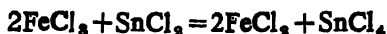
Ans. Oxidation এবং Reduction—এর উত্তর Q. 1 দেখ।

Oxidation never takes place without reduction :—

সাধারণতঃ দেখা যায়, যখন কোন পদার্থকে জারক দ্রব্যের সাহায্যে জারিত করা হয়, ঐ জারক দ্রব্যটি নিজে বিজারিত হইয়া যায়। নিম্নলিখিত দৃষ্টান্ত হইতে ইহা বেশ বুঝা যাইবে।

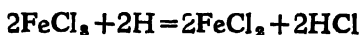
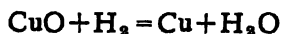
$$PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$$

এই বিক্রিয়ায় H_2O_2 একটী জারক-দ্রব্য যাহা PbS-কে জারিত করিয়া $PbSO_4$-এ পরিণত করিয়াছে এবং নিজে বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হইয়াছে।

আবার, কোন পদার্থ বিজারক দ্রব্যের সাহায্যে বিজারিত হইলে ঐ বিজারকটী নিজে জারিত হয়, যথা :

$$2FeCl_3+SnCl_2=2FeCl_2+SnCl_4$$

এই বিক্রিয়ায় $SnCl_2$ একটি বিজারক-দ্রব্য। উহা $FeCl_3$কে বিজারিত করিয়া নিজে জারিত হইয়াছে।

উপরোক্ত দৃষ্টান্ত হইতে আমরা সহজে অনুধাবন করিতে পারি, এই সকল বিক্রিয়াতে জারণ ও বিজারণ উভয় কার্যই সংঘটিত হইয়াছে। এই জাতীয় অন্যান্য বিক্রিয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিলে এই নিয়মের কোন ব্যতিক্রম পাওয়া যায় না।

$$CuO+H_2=Cu+H_2O$$

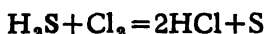
$$2FeCl_3+2H=2FeCl_2+2HCl$$

সুতরাং বলা যাইতে পারে যে, বিজারণ-ক্রিয়া ব্যতিরেকে জারণ-ক্রিয়া হয় না অথবা জারণ-ক্রিয়া না হইলে বিজারণ-ক্রিয়া হইবে না।

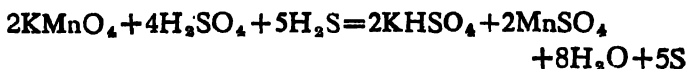
(i) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড : Q. 2 Ans দেখ।

(ii) হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S):

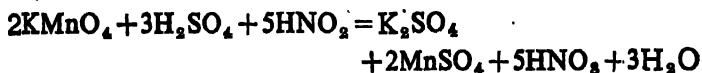
হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস হইতে সহজে হাইড্রোজেন বিয়োজন সম্ভব বলিয়া ইহা বিজারকের কাজ করে। এই গ্যাসটিকে হ্যালোজেন, ফেরিক ক্লোরাইড প্রভৃতির দ্রবণের ভিতর পরিচালিত করিলে ঐগুলি বিজারিত হইয়া যায়। যথা :

$$H_2S+Cl_2=2HCl+S$$

$$2FeCl_3+H_2S=2FeCl_2+2HCl+S$$

(iii) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$): ইহা হইতে সহজে অক্সিজেন পাওয়া যায় এবং ঐ অক্সিজেন জারণ-ক্রিয়া করিতে পারে বলিয়া পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট জারকের কাজ করে। যথা :

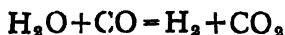
$$2KMnO_4+4H_2SO_4+5H_2S=2KHSO_4+2MnSO_4+8H_2O+5S$$

এস্থলে সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট হইতে অক্সিজেন, সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনকে জারিত করাতে জল এবং গন্ধক উৎপন্ন হইয়াছে।

এইরূপে—

$$2KMnO_4+3H_2SO_4+5HNO_2=K_2SO_4+2MnSO_4+5HNO_3+3H_2O$$

এস্থলে HNO_2 জারিত হইয়া HNO_3 হইয়াছে।

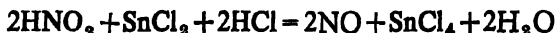
(iv) কার্বন-মনোক্সাইড (CO): সহজে কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইতে পারে বলিয়া, অতিরিক্ত উষ্ণতায় কার্বন-মনোক্সাইড বিজারকের কাজ করে। বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড হইতে ধাতু-নিষ্কাশনে অথবা স্টীম হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদনে, কার্বন-মনোঅক্সাইডের এইরূপ বিজারণ-ক্রিয়া দেখা যায়:—

$$PbO+CO=Pb+CO_2$$

$$H_2O+CO=H_2+CO_2$$

এস্থলে PbO এবং H_2O বিজারিত হইয়া যথাক্রমে Pb এবং H_2 হইয়াছে।

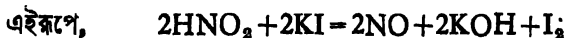
(v) নাইট্রাস অ্যাসিড (HNO_2): এই অ্যাসিডের জারণ ও বিজারণ উভয় ক্ষমতাই আছে।

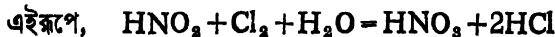
জারণ ক্ষমতা:-

$$2HNO_2+SnCl_2+2HCl=2NO+SnCl_4+2H_2O$$

এস্থলে $SnCl_2$ জারিত হইয়া $SnCl_4$ হইয়াছে এবং HNO_2 বিজারিত হইয়া NO এবং H_2O হইয়াছে।

এইরূপে, $2HNO_2+2KI=2NO+2KOH+I_2$

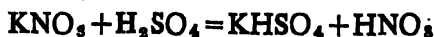
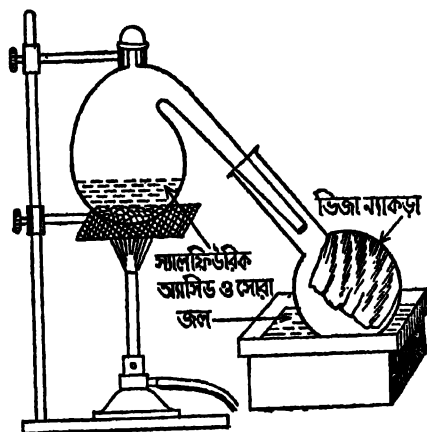
বিজারণ ক্ষমতা:—

$$HNO_2+H_2O_2=HNO_3+H_2O$$

এস্থলে H_2O_2 বিজারিত হইয়া H_2O এবং HNO_2 জারিত হইয়া HNO_3 হইয়াছে।

এইরূপে, $HNO_2+Cl_2+H_2O=HNO_3+2HCl$

17. Nitric Acid

Q. 1. Describe the preparation of nitric acid in the laboratory. What are nitrates? How are they prepared? Describe the effect of heat on KNO_3, NH_4NO_3 and $Pb(NO_3)_2$. What is Aqua Regia?

Ans. :—Laboratory preparation :— পটাসিয়াম নাইট্রেট বা সোডিয়াম নাইট্রেটকে সালফিউরিক অ্যাসিড সহ পাতিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

$$KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$$

একটি কাচের ছিপিযুক্ত retort-এ সমপরিমাণ ওজনের H_2SO_4 এবং KNO_3 মিশ্রণ লওয়া হয়। Retort-এর লম্বা মুখের সহিত একটি গ্রাহক পাত্র লাগান থাকে। ঐ পাত্রটির চারিদিকে শীতল জল প্রবাহের ব্যবস্থা করা আছে।

চিত্র ২০ক

Retort-টিকে প্রায় 200°C পর্যন্ত গরম করিলে উপরোক্ত বিক্রিয়া হইয়া HNO_3 গ্যাস আকারে বাহির হইয়া তরল আকারে গ্রাহক-পাত্রে জমা হয়। এই ভাবেই ল্যাবোরেটরীতে HNO_3 প্রস্তুত করা যায়।

এই ভাবে প্রস্তুত নাইট্রিক অ্যাসিডে কিছু জল মিশ্রিত থাকে এবং NO_2 গ্যাসও কিছু পরিমাণে দ্রবীভূত থাকে। সেই জন্য ঐ অ্যাসিডের রং একটু হলদে হয়। এই হলদে অ্যাসিডকে পুনঃ পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

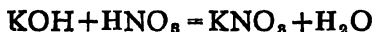
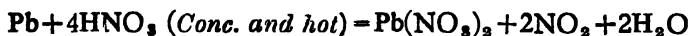
Nitrates : নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ ভাবে কোন ধাতুর দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে Nitrate বলে।

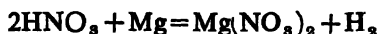
প্রস্তুত প্রণালী :—

(১) KOH বা NaOH প্রভৃতির সহিত HNO_3-এর বিক্রিয়ায় নাইট্রেট উৎপন্ন হয় এবং জলে উহার দ্রবণ হইতে স্ফটিকীকরণ দ্বারা নাইট্রেট পাওয়া যায়।

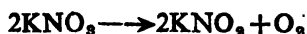
$$KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$$

(২) Cu, Pb প্রভৃতির সহিত HNO_3-এর বিক্রিয়ায় নাইট্রেট উৎপন্ন হয়।

$$Pb + 4HNO_3 \ (\textit{Conc. and hot}) = Pb(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

(৩) Mg প্রত্যক্ষভাবে HNO_3 হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া নাইট্রেট উৎপন্ন করে।

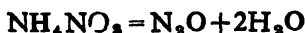
$$2HNO_3 + Mg = Mg(NO_3)_2 + H_2$$

Effect of heat :—

(১) KNO_3—উত্তপ্ত করিলে প্রথমে উহা গলিয়া যায় এবং আরো উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে Potassium nitrite এবং Oxygen উৎপন্ন হয়।

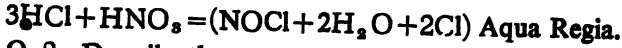
$$2KNO_3 \xrightarrow{\text{heat}} 2KNO_2 + O_2$$

(২) $Pb(NO_3)_2$—উত্তপ্ত করিলে Lead monoxide, nitrogen peroxide অথবা nitrogen dioxide এবং oxygen গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$2Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2PbO + 2N_2O_4 + O_2$$

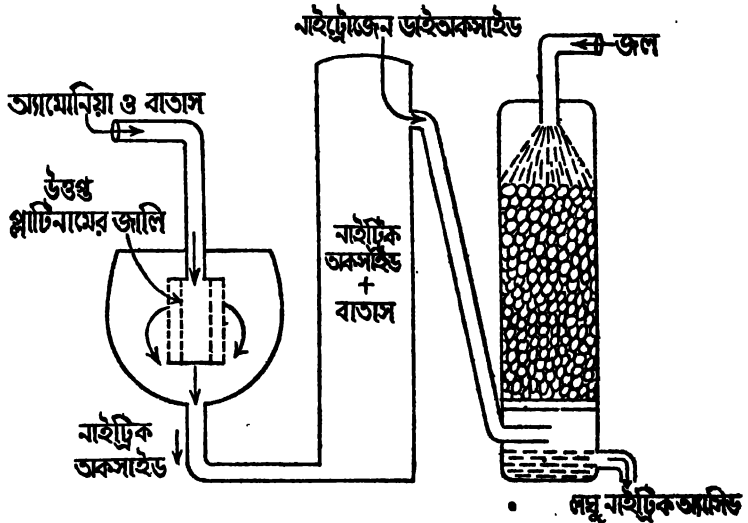
(৩) NH_4NO_3—উত্তপ্ত করিলে উহা প্রথমে গলিয়া যায় এবং আরো উত্তাপে Nitrous oxide এবং water উৎপন্ন করে।

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

Aqua Regia :—গাঢ় HNO_3 এবং গাঢ় HCl ১ : ৩ অনুপাতে মিশাইলে যে মিশ্রণ হয় উহাকে Aqua Regia বলে।

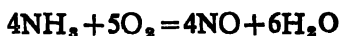
Gold, Platinum প্রভৃতি সম্ভ্রান্ত ধাতুগুলি HNO_3 অথবা HCl-এর সহিত বিক্রিয়া করে না। কিন্তু উহারা Aqua Regia-র সহিত সহজে বিক্রিয়া করিয়া দ্রবীভূত হয়। Aqua Regia-তে সক্রিয় (Nascent) ক্লোরিণ উৎপন্ন হয় এবং উহাই ঐ সকল সম্ভ্রান্ত ধাতুগুলির সহিত বিক্রিয়া করে।

$3HCl+HNO_3=(NOCl+2H_2O+2Cl)$ Aqua Regia.

Q. 2. Describe the preparation of nitric acid from ammonia. What are the actions of HNO_3 on sulphur, SO_2, magnesium, zinc and copper ?

Ans. Oswald's process :—বাতাসের দ্বারা অ্যামোনিয়া জারিত করিয়া বর্তমানে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

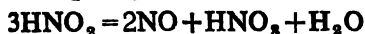
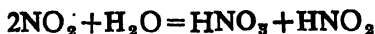
১ : ৮ অনুপাতে অ্যামোনিয়া ও বাতাসের একটি মিশ্রণ একটি

গোলাকার বাক্সস্থিত তপ্ত প্লাটিনাম তারজালির ভিতর দিয়া পরিচালনা করা হয়। প্লাটিনাম তারজালিটি প্রথমে বৈদ্যুতিক উপায়ে 700°C

উষ্ণতায় রাখা হয়। পরে বিক্রিয়ার ফলে যে তাপ উৎপন্ন হয় উহাতে ঐ তারজালিটি উষ্ণ অবস্থায় থাকে। বাতাসের oxygen-এর সহিত ammonia-র বিক্রিয়ায় NO gas উৎপন্ন হয়।

$$4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O$$

নির্গত NO gas-কে যথারীতি শীতল করিয়া বাতাসের সাহায্যে NO_2 গ্যাসে পরিবর্তিত করা হয়।

$$2NO+O_2=2NO_2$$

জলে এই গ্যাস শোষণ করাইয়া HNO_3 উৎপন্ন করা হয়।

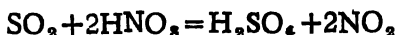
$$2NO_2+H_2O=HNO_3+HNO_2$$
$$3HNO_2=2NO+HNO_3+H_2O$$

এস্থলে প্লাটিনাম তারজালি প্রভাবকের কাজ করে।

Actions :

(১) **Sulphur**—নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে সালফার জারিত হইয়া H_2SO_4-এ পরিণত হয় এবং সেই সঙ্গে NO_2 এবং জল উৎপন্ন হয়।

$$S+6HNO_3=H_2SO_4+6NO_2+2H_2O$$

(২) SO_2—নাইট্রিক অ্যাসিড সালফার ডাই-অক্সাইডকে জারিত করিয়া H_2SO_4 উৎপন্ন করে এবং ঐ সঙ্গে NO_2 ও সৃষ্টি হয়।

$$SO_2+2HNO_3=H_2SO_4+2NO_2$$

(৩) **Magnesium**—একমাত্র ম্যাগনেসিয়াম ধাতু লঘু ও ঠাণ্ডা HNO_3 হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করিতে পারে এবং ঐ সঙ্গে নাইট্রেট লবণ সৃষ্টি হয়।

$$Mg+2HNO_3=Mg(NO_3)_2+H_2$$

(৪) **Copper**—

(i) গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে,

$$Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$$

(ii) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,

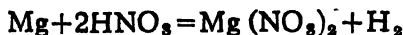
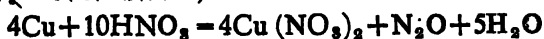
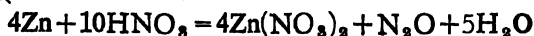
$$4Cu+10HNO_3=4Cu(NO_3)_2+N_2O+5H_2O$$

(৫) Zinc—

(i) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,

$$4Zn+10HNO_3=4Zn(NO_3)_2+N_2O+5H_2O$$

(ii) গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে,

$$Zn+4HNO_3=Zn(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$$

Q. 3. Describe the preparation HNO_3 in the laboratory. Starting from HNO_3, how would you obtain (a) N_2O, (b) NO, (c) NH_3? How do you prove that nitric acid contains N, H, and O?

Ans. For preparation—See Q. 1. ans.

(a) N_2O—কপারের উপর লঘু ও ঠাণ্ডা HNO_3-এর বিক্রিয়ায় N_2O-গ্যাস পাওয়া যায়।

$$4Cu+10HNO_3=4Cu(NO_3)_2+N_2O+5H_2O$$

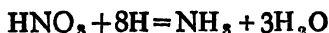
উপরোক্ত যন্ত্রের সাহায্যে গ্যাস-জারে N_2O গ্যাস সংগৃহীত করা যায়।

(b) NO—সাধারণতঃ কপারের উপর নাতিগাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।

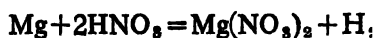
$$3Cu+8HNO_3=3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO$$

একটি উলফ্-বোতলে খানিকটা Copper turning লইয়া উহাতে নাতিগাঢ় HNO_3 ঢালিয়া দিলে যে NO-গ্যাস উৎপন্ন হয়, নির্গম-নলের সাহায্যে ঐ গ্যাস একটি গ্যাস-জারে সংগৃহীত করা যায়।

(c) NH_3—নাইট্রিক অ্যাসিডকে nascent hydrogen দ্বারা বিজারিত করিলে NH_3 গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$HNO_3+8H=NH_3+3H_2O$$

Detection :—

(১) Hydrogen—নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত Magnesium-এর বিক্রিয়ায় hydrogen গ্যাস উৎপন্ন হয়। একটি উলফ্-বোতলে উহাদের বিক্রিয়ার দ্বারা উৎপন্ন hydrogen গ্যাস নির্গম-নলের সাহায্যে গ্যাস-জারে সঞ্চয় করা যায়।

$$Mg+2HNO_3=Mg(NO_3)_2+H_2$$

(২) Oxygen—উত্তপ্ত pumice stone-এর উপর HNO_3-এর ফোঁটা ফেলিলে উহা ভাঙ্গিয়া NO_2,H_2O এবং Oxygen-এর মিশ্রণে পরিণত হয়।

$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$

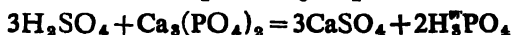
ঐ মিশ্রণকে U-নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। ঐ U-নলটি Freezing mixture-এ ডুবান থাকে। ফলে ঐ মিশ্রণ হইতে H_2O এবং NO_2 শীতল হইয়া জমিয়া যায় এবং Oxygen গ্যাস জমিতে পারে না বলিয়া পৃথক হইয়া যায় এবং উহা গ্যাস জারে সঞ্চয় হয়।

(৩) Nitrogen—কপারের সহিত নাতিগাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় যে NO গ্যাস উৎপন্ন হয় উহাকে একটি উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। নলের ভিতর Potassium রাখা আছে। উহা NO গ্যাসকে বিজারিত করিয়া Nitrogen উৎপন্ন করে। উৎপন্ন N_2 গ্যাসকে $FeSO_4$ দ্রবণ, KOH দ্রবণ প্রভৃতির সাহায্যে বিশুদ্ধ এবং P_2O_5 দ্বারা শুষ্ক করিয়া গ্যাস জারে সঞ্চয় করা যায়।

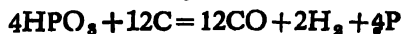
18. Phosphorus

Q. 1. **How is phosphorus prepared from its phosphate minerals ? Distinguish between Red and White phosphorus. How do you convert one into other and vice-versa ?**

Ans. **Preparation** (অস্থিভস্ম হইতে ফস্‌ফরাস প্রস্তুতি) : প্রথমে অস্থিসমূহ ছোট ছোট টুকরা করিয়া উহা জলে ফুটাইয়া পরিষ্কার করা হয়। তৎপর CS_2 দ্রাবকের সাহায্যে চর্বিজাতীয় পদার্থ নিষ্কাশিত করা হয়। এই ভাবে পরিষ্কার করিয়া লইয়া ঐ সকল অস্থিটুকরাকে একটি আবদ্ধ লৌহ পাত্রে অন্তর্ধূমপাতন (destructive distillation) করা হয়। এই প্রক্রিয়ার ফলে যে বিচূর্ণ কালো পদার্থ লৌহ পাত্রে পড়িয়া থাকে উহাতে কার্বন এবং $Ca_3(PO_4)_2$ থাকে। এই মিশ্র পদার্থ বাতাসে ভস্মীভূত করিলে প্রায় ৮০% $Ca_3(PO_4)_2$ পাওয়া যায়। ইহাকে বিচূর্ণ করিয়া গাঢ় এবং তপ্ত H_2SO_4 -এর সহিত বিক্রিয়া করিলে $CaSO_4$ এবং H_3PO_4 উৎপন্ন হয়।

$$3H_2SO_4+Ca_3(PO_4)_2=3CaSO_4+2H_3PO_4$$

অদ্রাব $CaSO_4$ ছাঁকিয়া সরাইয়া লইয়া ফসফরিক অ্যাসিডের (H_3PO_4) দ্রবণ পাওয়া যায়। এই দ্রবণ ক্রমাগত বাষ্পীভবনদ্বারা গাঢ় করিয়া যে সিরাপ পাওয়া যায় উহার সহিত কার্বণ বা চারকোলচূর্ণ মিশ্রিত করিয়া লোহার কড়াইতে বিশুষ্ক করা হয়। এই বিশুষ্ক মিশ্রণ পদার্থ একটি মৃত্তিকা retort-এ শ্বেততপ্ত করা হয়। ফলে H_3PO_4 হইতে meta-phosphoric acid (HPO_3) উৎপন্ন হয়; এবং উহা কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া ফসফরাসে পরিণত হয়।

$$H_3PO_4=HPO_3+H_2O$$

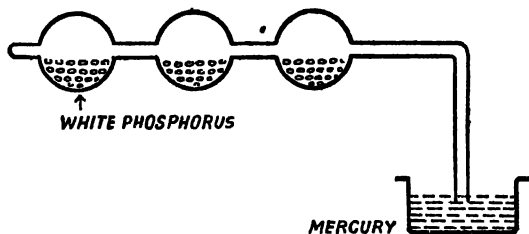
$$4HPO_3+12C=12CO+2H_2+4P$$

ফসফরাস, হাইড্রোজেন ও CO গ্যাসের সহিত গ্যাসীয় অবস্থায় নির্গত হয়। ঐ মিশ্রণকে একটি পাত্রে জলের মধ্যে চালনা করিলে ফসফরাস জমিয়া কঠিনাকার ধারণ করে কিন্তু H_2 এবং CO বাহির হইয়া চলিয়া যায়।

Distinction :

Red Phosphorus	White Phosphorus
(১) ইহাতে কোন গন্ধ নাই।	(১) ইহার গন্ধ রসুনের গন্ধের মত।
(২) গলনাঙ্ক 500° – 600°C	(২) গলনাঙ্ক 44°C
(৩) CS_2-এতে দ্রবীভূত হয় না।	(৩) CS_2-এতে সহজে দ্রবীভূত হয়।
(৪) বাতাসে রাখিলে Phosphorescence বা oxidation হয় না।	(৪) বাতাসে Phosphorescence এবং oxidation হয়।
(৫) NaOH দ্রবণে কোন বিক্রিয়া হয় না।	(৫) তপ্ত NaOH দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ায় PH_3 গ্যাস উৎপন্নহয়।
(৬) ইহা বিষাক্ত নহে।	(৬) ইহা অতিশয় বিষাক্ত।
(৭) ইহা ল্যাবোরেটরীতে এবং safety matches প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।	(৭) ইহা Lucifer matches এবং P_2O_5 প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহার হয়।

Conversion :—

White phosphorus-কে 250°C-এতে অক্সিজেন-বিহীন পরিবেশে উত্তপ্ত করিলে Red-phosphorus উৎপন্ন হয় এবং ইহাকে 550°C-এতে উত্তপ্ত করিয়া পুনরায় White phosphorus পাওয়া যায়।

পরীক্ষা: এমন একটি কাচ-নল লওয়া হইল যাহার প্রান্তের একদিকে কাছাকাছি ৩টি বাল্‌ব্‌ আছে। কাচ-নলের অপর প্রান্তের দিকটা সমকোণে বাঁকাইয়া পারদের মধ্যে ডুবাইয়া দেওয়া হইয়াছে। কয়েক টুকরা

White phosphorus প্রথম বালবে লইয়া নলের ঐ প্রান্ত গলাইয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। প্রথম বালবটি উত্তপ্ত করিলে কাচ-নলস্থিত oxygen সম্পূর্ণরূপে

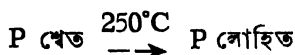
Phosphorus-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া P_2O_5 হইল। বাল্‌বস্থিত অবশিষ্ট Phosphorus উত্তাপের প্রভাবে পাতিত হইয়া White phosphorus অবস্থায় দ্বিতীয় বালবে জমা হইল। দ্বিতীয় বাল্‌বকে এখন আস্তে আস্তে 250°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে ঐ White phosphorus সম্পূর্ণরূপে Red-phosphorus-এ পরিবর্তিত হইয়া গেল। এই বাল্‌বকে অধিক উত্তপ্ত করিলে Red-phosphorus বাষ্পাকারে নির্গত হইয়া তৃতীয় বালবে White phorsphorus অবস্থায় জমা হইল।

এই পরীক্ষার দ্বারা ইহাও প্রমাণ করা হইল যে Red and White Phosphorus একই মৌলিক পদার্থের বহুরূপ (allotropy)।

Q. 2. How is Phosphoric acid prepared from bone-ash? From phosphoric acid how can you prepare phosphorus? How is Red-phosphorus obtained from the white variety? Compare the properties of these two varieties.

Ans. H_3PO_4 প্রস্তুতির জন্য Q. 1. ans. দেখ।

Preparation of Red-phosphorus :—লোহিত ফসফরাস সর্বদাই শ্বেত ফসফরাস হইতে প্রস্তুত করা হয়। একটি লৌহ পাত্রে নাইট্রোজেন বা CO_2 গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া শ্বেত ফসফরাসকে 240°-250°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে উহা লোহিত ফসফরাসে পরিবর্তিত হয়। পরিবর্তন সহজসাধ্য করিবার জন্য একটু Iodine প্রভাবকরূপে ব্যবহার করা হয়।

$$P \text{ শ্বেত} \xrightarrow{250°C} P \text{ লোহিত}$$

উৎপন্ন লোহিত ফসফরাসের সহিত কিছু শ্বেত ফসফরাসও মিশ্রিত থাকে। এই মিশ্রণকে চূর্ণ করিয়া NaOH-এর গাঢ় দ্রবণে ফুটাইয়া লইলে শ্বেত ফসফরাস দূর হইয়া যায় এবং ঐ লোহিত ফসফরাসকে জলে ধুইয়া ও শুকাইয়া সংগ্রহ করা যায়।

Comparison of properties : Q. 1. Ans. দেখ।

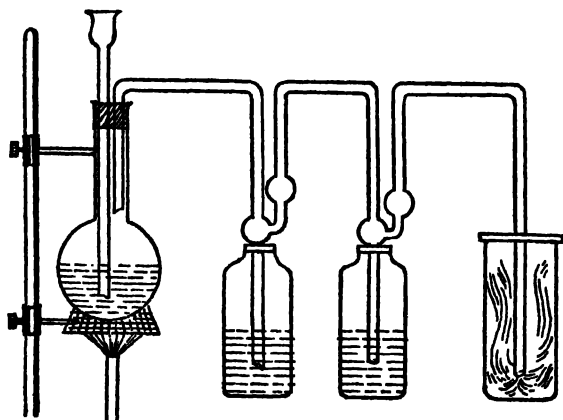
19. Chlorine, Bromine and Iodine

Q. 1. How can you prepare a sample of pure and dry chlorine gas in the laboratory ? State the uses of the gas. Explain with equations the action of the gas on (a) hot and conc. KOH solution, (b) KI solution (c) dry slaked-lime, (d) H_2S gas (e) NH_3 gas and (f) SO_2 solution.

Ans.

Preparation : ল্যাবরেটরীতে সর্বদাই MnO_2 দ্বারা HCl জারিত করিয়া Chlorine প্রস্তুত করা হয়।

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

একটি Flask-এ কিছু MnO_2 এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড

লওয়া হয়। ঐ flask-টির মুখ একটি কর্ক দিয়া বন্ধ করা থাকে। এই কর্কের ভিতর দিয়া একটি thistle funnel ও একটি নির্গম-নল লাগান আছে ; ঐ funnel-এর যে প্রান্ত Flask-এর ভিতরে আছে উহা অ্যাসিডে ডুবান

থাকে। flask-টিকে তারজালির উপর রাখিয়া আস্তে আস্তে তপ্ত করিলে ক্লোরিণ উৎপন্ন হয়।

উৎপন্ন ক্লোরিণ গ্যাসকে নির্গম-নল দ্বারা বাহির হইতে দিয়া জল এবং গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ দুইটি গ্যাস-ধাবকের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। ইহাতে Hcl এবং জলীয় বাষ্প দূরীভূত হইয়া বিশুদ্ধ Chlorine gas পাওয়া যায়। এই গ্যাসকে উর্ধ্বভ্রংশের (upward displacement) দ্বারা গ্যাস জারে সংগ্রহ করা হয়।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বদলে NaCl এবং গাঢ় H_2SO_4 লইয়া MnO_2-এর সহিত উত্তপ্ত করিলেও Chlorine পাওয়া যায়।

$$2NaCl+3H_2SO_4+MnO_2=2NaHSO_4+MnSO_4+2H_2O+Cl_2$$

ব্যবহার :—

(১) Bleaching Powder প্রস্তুত করিতে ক্লোরিণের বহুল ব্যবহার হয়।

(২) কাগজ শিল্পে, কাঠ, খড় ইত্যাদির বিরঞ্জনে ক্লোরিণ ব্যবহৃত হয়।

(৩) বীজবারক (disinfectant) হিসাবে পানীয় জলে অনেক সময় ক্লোরিণের ব্যবহার হয়।

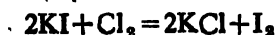
(৪) ক্লোরোফর্ম, ব্রোমিন প্রভৃতি রাসায়নিক দ্রব্য তৈয়ারী করিতেও ক্লোরিণের প্রয়োজন হয়।

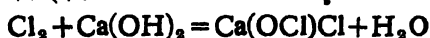
Action of the gas :

(a) অধিকতর উষ্ণতায় অতিরিক্ত Chlorine গ্যাস যদি KOH-এর গাঢ় দ্রবণে প্রবাহিত করা হয় তাহা হইলে $KClO_3$ এবং KCl উৎপন্ন হয়।

$$6\,KOH+3Cl_2=5\;KCl+KClO_3+3H_2O$$

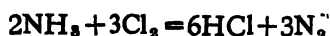
(b) Chlorine গ্যাস যদি KI দ্রবণেতে প্রবাহিত করা হয় তাহা হইলে Kcl এবং Iodine উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ার দ্বারা Cl_2 গ্যাস I_2 অপেক্ষা সক্রিয় প্রমাণিত হয়।

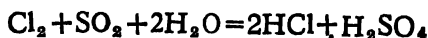
$$2KI+Cl_2=2KCl+I_2$$

(c) শুষ্ক কলিচুনের উপর Chlorine গ্যাস প্রবাহিত করিলে ব্লীচিং পাউডার উৎপন্ন হয়।

$$Cl_2+Ca(OH)_2=Ca(OCl)Cl+H_2O$$

(d) ক্লোরিণ গ্যাসের সহিত H_2S গ্যাসের বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস এবং সালফার উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে Cl_2 গ্যাস, H_2S-কে জারিত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া যায়।

$$H_2S+Cl_2=2HCl+S$$

(e) ক্লোরিণ গ্যাসের সহিত NH_3-গ্যাসের বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও N_2-গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ ক্ষেত্রেও Cl_2 গ্যাস NH_3-কে জারিত করিয়া নিজে বিজারিত হয়।

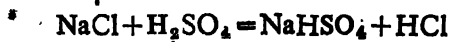
$$2NH_3+3Cl_2=6HCl+3N_2$$

(f) ক্লোরিণ গ্যাস SO_2 দ্রবণের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিলে নিজে বিজারিত হইয়া HCl, এবং SO_2-কে জারিত করিয়া H_2SO_4-এ পরিণত করে।

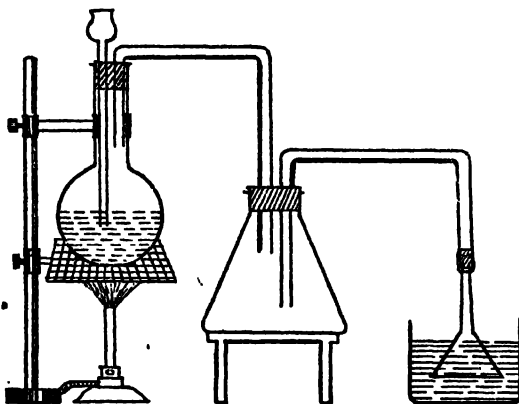
$$Cl_2+SO_2+2H_2O=2HCl+H_2SO_4$$

Q. 2. Starting from Common salt how would you prepare (a) hydrochloric acid and (b) Chlorine gas. Explain with equation the action of Cl_2 on (a) cold and dilute KOH solution, (b) hot and conc NaOH solution (c) hot lime water (d) dry slaked lime.

Ans. (a) HCl প্রস্তুতি : ল্যাবরেটারীতে Common salt এবং H_2SO_4-এর বিক্রিয়ার দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

একটি flask-এ common salt লইয়া উহার মুখ কর্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। কর্কের সহিত thistle funnel এবং নির্গম-নল যুক্ত থাকে।

Thistle funnel দিয়া গাঢ় H_2SO_4 ঢালিয়া দেওয়া হয়, যাহাতে সমস্ত লবণ উহাদ্বারা আবৃত হইয়া যায় এবং ফানেলের প্রান্তটি অ্যাসিডে নিমজ্জিত থাকে। পদার্থ দুইটি মিশ্রিত হইলেইHCl গ্যাস উৎপন্ন হইতে আরম্ভ করে। ইহার পর flask-টি তার জালিতে রাখিয়া অল্প অল্প তাপিত করা হয় এবং প্রয়োজনীয় পরিমাণ গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

$$NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$$

150° – 200°C পর্যন্ত উষ্ণতায় উক্ত বিক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়। নির্গত গ্যাসকে

গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ একটি গ্যাস-ধারকের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া শুষ্ক করা হয় এবং বায়ুর ঊর্ধ্বভ্রংশের দ্বারা গ্যাস-জারে সংগৃহীত হয়।

যদি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণের প্রয়োজন হয় তাহা হইলে flask হইতে নির্গত গ্যাসকে একটি খালি বোতলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করাইয়া একটি funnel-এর সাহায্যে জলে প্রবেশ করান হয়।

For Cl_2 see Q. 1 ans.

Reactions :—

(a) ক্লোরিণ গ্যাসকে ঠাণ্ডা ও লঘু KOH দ্রবণের মধ্যে প্রবেশ করাইলে KOCl এবং KCl উৎপন্ন হয়।

$$2KOH + Cl_2 = KOCl + KCl + H_2O$$

(b) ক্লোরিণ গ্যাসকে তপ্ত ও গাঢ় NaOH দ্রবণের মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রবেশ করাইলে $NaClO_3$ এবং NaCl উৎপন্ন হয়।

$$6\,NaOH + 3Cl_2 = NaClO_3 + 5NaCl + 3H_2O$$

(c) ক্লোরিণ গ্যাসকে গরম চুনের জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে $Ca(ClO_3)_2$ এবং $CaCl_2$ উৎপন্ন হয়।

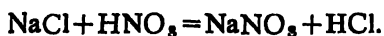
$$6Cl_2 + 6Ca(OH)_2 = 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$$

(d) Q. 1. Ans. (c) দেখ।

Q. 3. How can you prepare hydrochloric acid in the laboratory ? Why nitric acid cannot be used for the preparation ? Show that hydrochloric acid gas contains half its volume of hydrogen and chlorine and from this, deduce its molecular formula.

Ans. Preparation—Q.-2. ans দেখ।

Why HNO_3 cannot be used : সাধারণতঃ Common salt-এর সহিত H_2SO_4-এর বিক্রিয়ার দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। কিন্তু সালফিউরিক অ্যাসিডের বদলে HNO_3 ব্যবহার করিলে বিক্রিয়ার ফলে chlorine gas উৎপন্ন হয়। ইহার কারণ নাইট্রিক অ্যাসিড সহজে HCl-কে জারিত করে। ফলে লবণ হইতে ঐ গ্যাস উৎপন্ন হইবার সঙ্গে সঙ্গে HNO_3 দ্বারা জারিত হইয়া chlorine গ্যাসে পরিণত হয়।

$$NaCl+HNO_3=NaNO_3+HCl.$$
$$3HCl+HNO_3=NOCl+2H_2O+2Cl$$

Composition : একটি Stop cock দ্বারা যুক্ত ঠিক সমায়তনের দুইটি কাচের নল লওয়া হইল। নল দুইটির অপর প্রান্তেও stop cock আছে। মধ্যবর্তী cock বন্ধ রাখিয়া একই উষ্ণতায় ও চাপে ঐ নল দুইটির

একটিতে Hydrogen এবং অপরটিতে chlorine গ্যাস লওয়া হইল। উভয় প্রান্তস্থিত cock দুইটি বন্ধ করিয়া অতঃপর মধ্যবর্তী cock খুলিয়া ঘরের মধ্যে মৃদু আলোতে ঐ নল রাখিয়া দেওয়া হইল। ইহাতে ধীরে ধীরে হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিণের বিক্রিয়া হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইল। কয়েক ঘণ্টার মধ্যে বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হইয়া গেলে ঐ যন্ত্রটির একটি প্রান্ত পারদে ডুবাইয়া লম্বভাবে রাখা হইল। এখন পারদের দিকের stop cock খুলিয়া দিলে দেখা যাইবে যে পারদ ঐ যন্ত্রের মধ্যে প্রবেশ করিল না অথবা পারদ ভেদ করিয়া যন্ত্র হইতে গ্যাস বাহির হইয়া গেল না। ইহাতে জানা গেল যে উৎপন্ন হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিড গ্যাসের আয়তন ঐ দুইটি নলের যুক্ত আয়তনের সমান। অর্থাৎ 1 আয়তন ক্লোরিনের সহিত 1 আয়তন হাইড্রোজেনের বিক্রিয়া হইয়া 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হইল। Cock বন্ধ করিয়া পারদ হইতে ঐ নলের প্রান্ত উঠাইয়া জলে ডুবাইয়া দেওয়া হইল। অতঃপর Cock-টি পুনরায় খুলিয়া দিলে জল উপরে উঠিয়া নল দুইটিতে সম্পূর্ণ ভরিয়া গেল। ইহার কারণ ঐ নল দুইটিতে কেবল মাত্র হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস বর্তমান এবং উহা জলে সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হইয়া গিয়াছে।

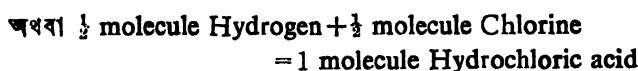
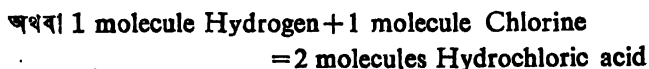
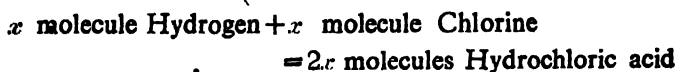
Formula :—জানা গিয়াছে যে,

1 vol Hydrogen + 1 vol Chlorine = 2 vols Hydrochloric acid

অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে,

x molecule Hydrogen + x molecule Chlorine
= $2x$ molecules Hydrochloric acid

অথবা 1 molecule Hydrogen + 1 molecule Chlorine
= 2 molecules Hydrochloric acid

অথবা $\frac{1}{2}$ molecule Hydrogen + $\frac{1}{2}$ molecule Chlorine
= 1 molecule Hydrochloric acid

∵ Hydrogen এবং Chlorine উভয়েই diatomic (দ্বিপরমাণুক)

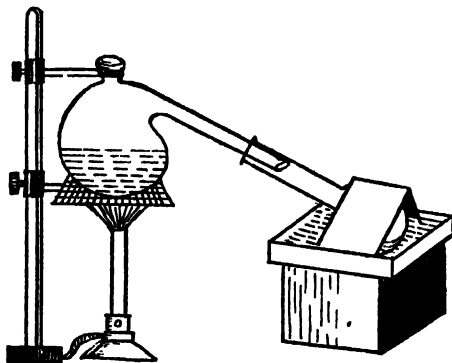
∴ একটি molecule হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ১টি atom হাইড্রোজেন ও ১টি atom ক্লোরিন আছে।

সুতরাং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের Formula = HCl

Q. 4. How can you prepare bromine in the laboratory? Describe at least four experiments to illustrate its important properties. How would you test to prove the presence of bromine ? Mention at least two uses.

Ans : Laboratory preparation : একটি কাচের retort-এ KBr এবং MnO_2 মিশ্রণ লওয়া হইল। ঐ মিশ্রণকে অপেক্ষাকৃত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করিলেই Bromine উৎপন্ন হয়। শীতল জলে

আংশিক নিমজ্জিত একটি গোল কূপী গ্রাহক হিসাবে retort-এর নলের শেষ-প্রান্তে রাখা হয়। বাষ্পাকারে Bromine নির্গত হইয়া গ্রাহক পাত্রে ঘনীভূত হয় এবং গাঢ় লাল তরল পদার্থে পরিণত হয়।

$$2KBr + MnO_2 + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2KHSO_4 + Br_2 + 2H_2O$$

বিশুদ্ধ Bromine প্রস্তুত করিতে হইলে KBr-কে কপার সালফেট এবং সোডিয়াম সালফেটের দ্বারা আয়োডিন মুক্ত করিয়া লইয়া উক্ত প্রণালীতে ব্যবহার করা হয়। উৎপন্ন Bromine-এতে কিছু ক্লোরিন থাকে। উহা দূর করিবার জন্য ঐ Bromine-কে বিশুদ্ধ KBr-এর সহিত আবার পাতিত করিলে ক্লোরিন-মুক্ত Bromine পাওয়া যায়। এইভাবে Bromine-কে আয়োডিন ও ক্লোরিন মুক্ত করিয়া বিশুদ্ধ Bromine প্রস্তুত করা হয়।

Properties :

পরীক্ষা—(১) একটি পাটকাঠির মাথায় আগুন ধরাইয়া Br_2-vapour পূর্ণ জারের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা নিভিয়া যাইবে এবং Br_2-vapour জ্বলিবে না। ইহা হইতে প্রমাণ হয় যে, Bromine নিজে প্রজ্বলিত হয় না বা জ্বলনে সাহায্য করে না।

(২) একটি Br_2-vapour পূর্ণ জারেতে কিছু Arsenic-এর গুঁড়া ছড়াইয়া দিলে উহা লাল শিখায় জ্বলিতে থাকিবে। ইহা হইতে প্রমাণ হয় যে, Bromine বাষ্পে Arsenic জ্বলিয়া থাকে।

(৩) প্রজ্জলিত hydrogen-jet ব্রোমিন বাষ্পে প্রবেশ করাইলে ঐ hydrogen উত্তরোত্তর জ্বলিতে থাকিবে এবং বিক্রিয়ায় HBr উৎপন্ন হইবে।

$$H_2+Br_2=2HBr$$

(৪) একটি জারে Br_2-vapour লইয়া উহার মুখে moist starch-paste paper ধরা হইল। দেখা গেল যে, ঐ paper-এ কমলা-লেবুর রঙ্ ধরিয়াছে। অর্থাৎ প্রমাণ হয় starch-কে কমলা-লেবু রঙ্ করা Bromine-এর একটি ধর্ম।

Test : নিম্নলিখিত পরীক্ষার দ্বারা Bromine-এর অস্তিত্ব জানা যায় :

(১) সিক্ত starch paper-কে ব্রোমিন বাষ্পে ধরিলে ঐ paper-এর রঙ্ orange-yellow হয়।

(২) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণের সহিত কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2) উত্তমরূপে ঝাঁকাইলে CS_2-এর রঙ্ yellowish-brown ধারণ করে।

Uses : (১) ঔষধ ও ফটোগ্রাফীতে প্রয়োজনীয় ব্রোমাইডসমূহ প্রস্তুত করিতে ব্রোমিনের প্রয়োজন হয়।

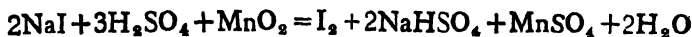
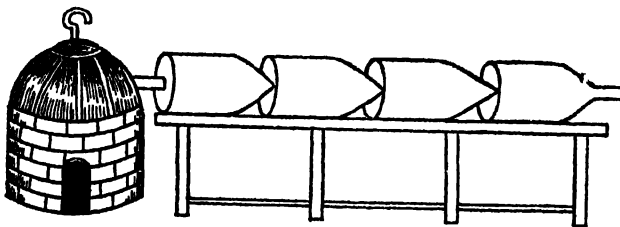
(২) বহু প্রকার organic compound প্রস্তুত করিতে ব্রোমিনের আবশ্যক হয়।

(৩) কোন কোন tear gas প্রস্তুত করিতে ব্রোমিন ব্যবহৃত হয়।

Q. 5. Describe briefly the manufacture of iodine from sea weeds. Mention its uses. Explain its action on (a) Caustic soda under different conditions (b) Sodium sulphite solution (c) Red phosphorus.

Ans. সামুদ্রিক উদ্ভিদের (sea weeds) ভস্ম Kelp-এর ভিতর অন্যান্য লবণের সঙ্গে NaI ও KI আছে। এই ভস্ম জলের সহিত প্রথমে ফুটান হয়, ইহাতে ঐ আয়োডাইড প্রভৃতি জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। অদ্রব পদার্থগুলি ছাঁকিয়া স্বচ্ছ দ্রবণটি যথাসম্ভব গাঢ় করা হয়। এই গাঢ় দ্রবণ হইতে অপেক্ষাকৃত কম দ্রবণীয় সালফেট, ক্লোরাইড প্রভৃতি লবণসমূহ crystallised হইয়া যায়। উহাদিগকে পরিস্রুত করিয়া লইলে যে শেষ দ্রবণ পাওয়া যায় তাহাতে NaI ও KI থাকিয়া যায়। এই শেষ দ্রবণের সহিত MnO_2 ও H_2SO_4 মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। এই ক্রিয়ার ফলে আয়োডাইড জারিত হইয়া Iodine উৎপন্ন করে। Iodine বাষ্পাকারে পাতিত হইয়া থাকে।

পাতন-ক্রিয়াটি সাধারণতঃ সীসার ঢাকনি বিশিষ্ট একটি ঢালাই-লোহার retort-এ সম্পাদিত করা হয় এবং aludels নামক বোতলাকৃতি সারি সারি শ্রেণীবদ্ধ পাথরের গ্রাহকে Iodine সংগ্রহ করা হয়।

$$2NaI + 3H_2SO_4 + MnO_2 = I_2 + 2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O$$

Uses :—বীজারক ঔষধ হিসাবে আয়োডিন প্রচুর ব্যবহৃত হয়। মৃদু জারক রূপে ল্যাবরেটরীতে ব্যবহৃত হয়। কোন কোন রঞ্জক-প্রস্তুতিতেও আয়োডিন আবশ্যক হয়।

Reactions :

(a) NaOH—ক্লোরিন ও ব্রোমিনের মত আয়োডিনও ক্ষারপদার্থের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া Iodide, Hypoiodite ও Iodate লবণ উৎপন্ন করে। যথা :

(i) কম উষ্ণতায় লঘু NaOH দ্রবণে,

$$I_2 + 2NaOH = NaOI + NaI + H_2O$$

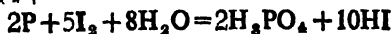
(ii) অধিক উষ্ণতায় গাঢ় NaOH দ্রবণে,

$$3I_2 + 6NaOH = 5NaI + NaIO_3 + 3H_2O$$

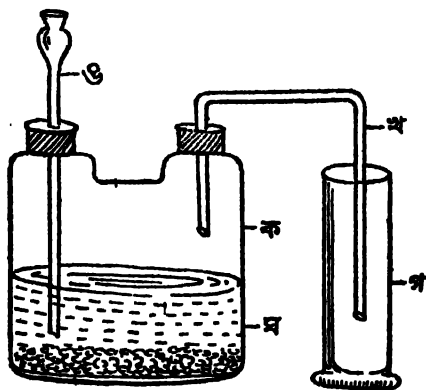
(b) Na_2SO_3—আয়োডিন মৃদু জারণ গুণ সম্পন্ন। ইহা জলে দ্রবীভূত Na_2SO_3-কে জারিত করিয়া Na_2SO_4 উৎপন্ন করে।

$$I_2 + Na_2SO_3 + H_2O = Na_2SO_4 + 2HI$$

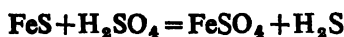
(c) Red-Phosphorus—আয়োডিন ও লাল ফসফরাসের মিশ্রণের উপর ফোঁটা ফোঁটা জল দিলে ফসফরিক অ্যাসিড ও হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

$$2P + 5I_2 + 8H_2O = 2H_3PO_4 + 10HI$$

Sulphuretted hydrogen, Sulphur di-oxide, Sulphuric acid and Potash Alum.

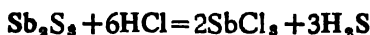
Q. 1. How can you prepare Sulphuretted hydrogen in the laboratory? Explain with equation what happens when sulphuretted hydrogen is passed through (a) acidified solution of Copper sulphate, (b) solution of Chlorine, (c) solution of caustic soda, (d) acidified solution of Potassium permanganate, (e) Sulphur di-oxide, (f) Iodine suspended in water. What is the important use of H_2S?

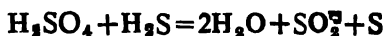
Ans. Preparation :—ল্যাবরেটরীতে সর্বদাই ফেরাস সালফাইড (FeS) ও লঘু H_2SO_4 এর দ্বারা H_2S গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। একটি উলফ্

লঘু সালফিউরিক
এসিড ও ফেরাস সালফাইড

বোতলে FeS লইয়া উহার একটি মুখে thistle funnel এবং অপরটিতে নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। প্রথমে কিছু জল ভিতরে দেওয়া হয় যাহাতে ঐ funnel-এর প্রান্ত জলে ডুবিয়া থাকে। যন্ত্রটির সব জোড়াগুলি বায়ু-নিরোধ কিনা পরীক্ষা করিয়া লওয়া হয়। অতঃপর funnel-এর ভিতর দিয়া কিছু লঘু H_2SO_4 ঢালা হয়। ঐ অ্যাসিড FeS-এর সংস্পর্শে আসিলেই H_2S গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে। গ্যাসটিকে বায়ু প্রতি-স্থাপিত করিয়া গ্যাসজারে সংগৃহীত করা হয়।

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

ফেরাস সালফাইড হইতে উৎপন্ন গ্যাস বিশুদ্ধ নহে। উহাতে কিছু H_2-gas বর্তমান থাকে। FeS-এতে কিছু লৌহ মৌল অবস্থায় থাকে এবং উহা H_2SO_4-এর সহিত বিক্রিয়ায় H_2-gas উৎপন্ন করে।

অ্যান্টিমনি সালফাইডের উপর গাঢ় HCl-এর বিক্রিয়া দ্বারাই বিশুদ্ধ H_2S প্রস্তুত করিবার উপায়।

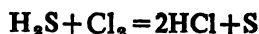
$$Sb_2S_3 + 6HCl = 2SbCl_3 + 3H_2S$$

H_2S-কে অনার্দ্র Al_2O_3 দ্বারা বিশুষ্ক করা যায়, কিন্তু H_2SO_4 ব্যবহার করিলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া ঘটে:

$$H_2SO_4 + H_2S = 2H_2O + SO_2 + S$$

Reactions :—

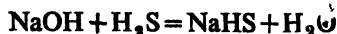
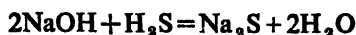
(a) $CuSO_4$ solution—অম্লযুক্ত কপার সালফেট দ্রবণের ভিতর H_2S-gas প্রবাহ দিলে কাল রঙ্ বিশিষ্ট Copper sulphide (CuS) উৎপন্ন হয় এবং উহা জলে অদ্রব বলিয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়।

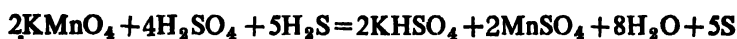
$$CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$$

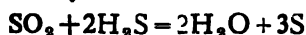
(b) Cl_2-solution—ক্লোরিনের দ্রবণেতে H_2S-gas প্রবাহ দিলে ক্লোরিন, সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনকে জারিত করিয়া সালফার উৎপন্ন করে।

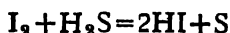
$$H_2S + Cl_2 = 2HCl + S$$

(c) NaOH-solution—কষ্টিক সোডা দ্রবণে H_2S-gas প্রবাহ দিলে উহাদের মধ্যে বিক্রিয়ায় Sodium sulphide (Na_2S) ও Sodium hydrogen sulphide (NaHS) উৎপন্ন হয়।

$$2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$$

$$NaOH + H_2S = NaHS + H_2O$$

(d) $KMnO_4$-solution—অম্লযুক্ত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের ভিতর H_2S-gas প্রবাহ দিলে $KMnO_4$ বিজারিত হইয়া যায়।

$$2KMnO_4 + 4H_2SO_4 + 5H_2S = 2KHSO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5S$$

(e) SO_2—সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন ও SO_2-এর পরস্পরের ভিতর ক্রিয়ার ফলে সালফার উৎপন্ন হয়। ইহা একটি জারণ-বিজারণ ক্রিয়া।

$$SO_2 + 2H_2S = 2H_2O + 3S$$

(f) I_2-suspension—সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন, জলে ভাসমান Iodine-এর সহিত বিক্রিয়ায় HI দ্রবণ ও সালফার উৎপন্ন করে।

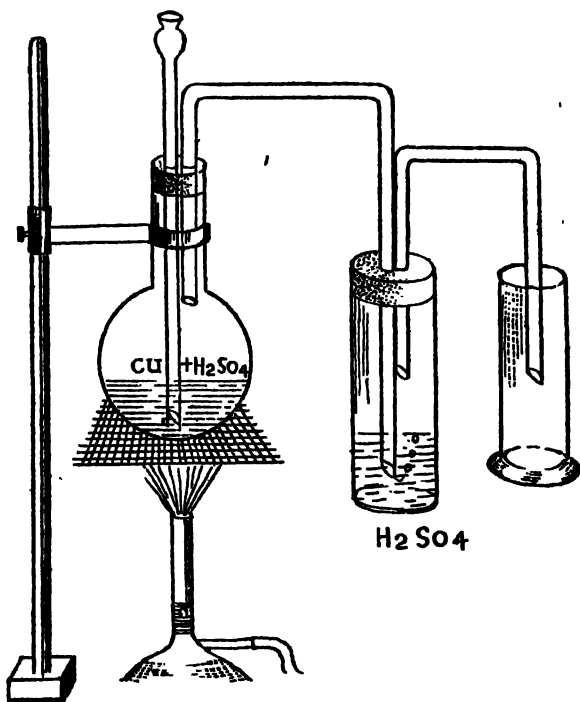
$$I_2 + H_2S = 2HI + S$$

Important use : ল্যাবরেটরীতে H_2S-gas অজৈব পদার্থের রাসায়নিক বিশ্লেষণেই সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়।

Q. 2. Describe the laboratory preparation of dry sulphur di-oxide. What takes place when the gas is led into (a) Chlorine water (b) Lime water (c) Ferric chloride solution (d) Potassium permanganate solution ? Give equation in each case.

How does the bleaching property of sulphur di-oxide differ from that of chlorine ?

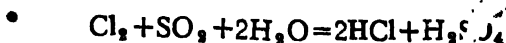
Ans. Preparation : একটি গোল flask-এ খানিকটা গাঢ় H_2SO_4 ও কপারের ছিলকা লওয়া হইল। Flask-এর মুখটি thistle funnel ও

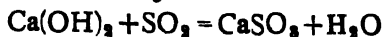
নির্গম-নল যুক্ত একটি কর্ক দ্বারা বন্ধ করা গেল। Funnel-এর সরু প্রান্তটি অ্যাসিডে নিমজ্জিত রাখিতে হইবে। নির্গম-নলটি গাঢ় H_2SO_4 পূর্ণ গ্যাস-ধাবকের সহিত যুক্ত থাকে। অতঃপর তারজালির উপর ঐ flaskটি উত্তপ্ত করা হইল। তখন সালফিউরিক অ্যাসিড কপারের দ্বারা বিজারিত হইয়া SO_2 গ্যাসে পরিণত হইল। SO_2 গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া গ্যাস-ধাবকের মধ্য দিয়া যাইবার কালে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা ধৌত এবং বিশুষ্ক (dry) হইয়া বায়ুর উর্ধ্বভ্রংশের দ্বারা গ্যাসজারে সঞ্চিত হইল।

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

এই বিক্রিয়ায় $CuSO_4$ উপজাত (bi-product) হয়।

Reactions :

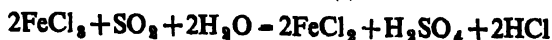
(a) Cl_2-water—সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসকে ক্লোরিনের দ্রবণের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ক্লোরিন বিজারিত হইয়া HCl এবং SO_2 জারিত হইয়া H_2SO_4-এ পরিণত হয়।

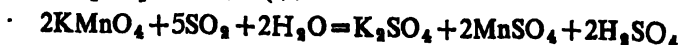
$$Cl_2+SO_2+2H_2O=2HCl+H_2SO_4$$

(b) Lime Water—সাধারণ উষ্ণতায় Lime water-এর মধ্যে SO_2 গ্যাস প্রবেশ করাইলে $CaSO_3$ উৎপন্ন হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$Ca(OH)_2+SO_2=CaSO_3+H_2O$$

SO_2 গ্যাস বহুল পরিমাণে প্রবেশ করাইলে $CaSO_3$ হইতে $Ca(HSO_3)_2$ উৎপন্ন হয় এবং ইহা জলে দ্রবীভূত থাকে।

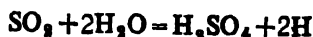
$$CaSO_3+H_2O+SO_2=Ca(HSO_3)_2$$

(c) $FeCl_3$-solution—ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণের মধ্যে SO_2 গ্যাস প্রবেশ করাইলে $FeCl_3$ বিজারিত হইয়া $FeCl_2$ হয় এবং SO_2 জারিত হইয়া H_2SO_4 এবং তৎসঙ্গে HCl উৎপন্ন হয়।

$$2FeCl_3+SO_2+2H_2O=2FeCl_2+H_2SO_4+2HCl$$

(d) $KMnO_4$-solution—পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের দ্রবণের মধ্যে SO -gas প্রবেশ করাইলে $KMnO_4$ বিজারিত হয় এবং SO_2 জারিত হইয়া H_2SO_4-এ পরিণত হয়।

$$2KMnO_4+5SO_2+2H_2O=K_2SO_4+2MnSO_4+2H_2SO_4$$

Bleaching action :

(i) SO_2—সালফার ডাই-অক্সাইড বিরঞ্জক হিসাবে যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। এই বিরঞ্জক ক্রিয়া জল ব্যতিরেকে হইতে পারে না। SO_2 প্রথমে জলের সহিত ক্রিয়ায় Nascent hydrogen উৎপন্ন করে, এবং এই Nascent hydrogen-ই প্রকৃত বিরঞ্জক।

$$SO_2+2H_2O=H_2SO_4+2H$$

Coloured substance + 2H = Colourless substance

সুতরাং SO_2 গ্যাসের বিরঞ্জক ক্রিয়া বিজারণের উপর নির্ভর করে।

(ii) Cl_2—ক্লোরিনও SO_2 গ্যাসের মত জল সহযোগে বিরঞ্জক ক্রিয়া করে। প্রথমে জলের সহিত Cl_2-এর বিক্রিয়ায় Nascent oxygen উৎপন্ন হয়। উহা অতঃপর কোন রঙযুক্ত পদার্থকে জারণ ক্রিয়ার দ্বারা বিরঞ্জন করে।

$$H_2O+Cl_2=2HCl+O$$

Colou substance+O=Colourless substance.

কোন পদার্থকে Cl_2-এর দ্বারা বিরঞ্জন করিলে উহা স্থায়ী হয় কিন্তু SO_2-এর দ্বারা কোন পদার্থকে বিরঞ্জন করিয়া অনেক সময় পূর্বের রঙ পুনরুদ্ধার করা যায়।

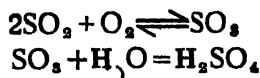
Q. 3. Give outlines of the manufacture of sulphuric acid by contact process. What is potash alum and how is it prepared? Mention its uses.

Ans. H_2SO_4 manufacture (স্পর্শ-পদ্ধতি) :—

(a) Materials required:—এই পদ্ধতিতে (1) SO_2 গ্যাস, (2) বাতাস (3) Platinised asbestos প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(b) Theory: শুষ্ক ও বিশুদ্ধ SO_2-কে বাতাসের সহিত মিশাইয়া উত্তপ্ত প্রভাবকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে SO_2-গ্যাস বাতাসের oxygen দ্বারা জারিত হইয়া সালফার ট্রাইঅক্সাইড (SO_3) গ্যাসে পরিণত হয়। ঐ SO_3 গ্যাসকে জলের সহিত বিক্রিয়ার দ্বারা H_2SO_4 উৎপন্ন করা হয়।

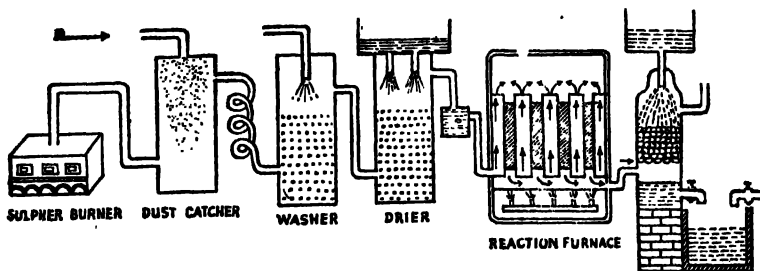
$$2SO_2+O_2 \xrightleftharpoons{\text{উত্তপ্ত প্রভাবক}} SO_3$$

$$SO_3+H_2O=H_2SO_4$$

Condition of the reaction:

(১) প্লাটিনাম প্রভাবকের ক্রিয়া যাহাতে বন্ধ না হইয়া যায় সেই জন্য বাতাস এবং SO_2 গ্যাসের মিশ্রণটি হইতে ধূলিকণা, গন্ধকের কণা, As_2O_3 প্রভৃতি দূরীভূত করা প্রয়োজন।

(২) 450°C তাপমাত্রায় SO_2 এবং O_2 গ্যাসের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সর্বাপেক্ষা উত্তম হয় বলিয়া প্রভাবকের তাপমাত্রা 450°C-তে রাখা প্রয়োজন।

(৩) বিক্রিয়া সম্পূর্ণ করিবার জন্য oxygen-এর পরিমাণ বেশী রাখা প্রয়োজন।

প্রস্তুত প্রণালী :— SO_2-গ্যাসের সহিত বেশী পরিমাণে বাতাস মিশ্রিত করিয়া উহা হইতে বিশেষ প্রক্রিয়ার সাহায্যে ধূলিকণা প্রভৃতি পৃথক করিয়া লওয়া হয় এবং উহাকে যথা সম্ভব ঠাণ্ডা করা হয়।

পরে ঐ মিশ্রণটিকে জল ধারায় এবং গাঢ় H_2SO_4-এ ধৌত করিয়া শুষ্ক ও বিশুদ্ধ করা হয়। এই সময় উহার উষ্ণতা কমিয়া যায় কিন্তু প্রভাবকের সংস্পর্শে জারণ-ক্রিয়ার জন্য 450°C উষ্ণতা দরকার।

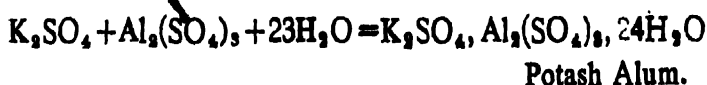
এই উদ্দেশ্যে প্রথম অবস্থায় প্রভাবক্‌কে প্রায় 500°C পর্য্যন্ত তাপিত করা হয়। অতঃপর রাসায়নিক ক্রিয়া-উদ্ভূত তাপেই প্রভাবকের উষ্ণতা 450°C-তে রাখে ; বাহির হইতে তাপ দেওয়ার আর প্রয়োজন হয় না।

বিশুদ্ধ SO_2 এবং বাতাসের মিশ্রণকে বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করান হয়। তথায় উত্তপ্ত প্রভাবকের সাহায্যে SO_2 জারিত হইয়া SO_3-তে পরিণত হয় এবং উহা ঐ প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত হইয়া একটি স্ফটিক-খণ্ড-পূর্ণ স্তম্ভে প্রবেশ করে তথায় গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে SO_3 দ্রবীভূত হইয়া $H_2S_2O_7$-এতে পরিণত হয়। নীচে একটি ট্যাঙ্কে এই অ্যাসিড সঞ্চিত হয়। ইহাকে fuming sulphuric acid বলে। এই অ্যাসিডে উপযুক্ত পরিমাণে জল মিশাইয়া H_2SO_4 উৎপন্ন করা হয়।

$$H_2S_2O_7 + H_2O = 2H_2SO_4$$

স্পর্শ পদ্ধতিতে যে অ্যাসিড পাওয়া যায় উহার গাঢ়ত্ব প্রায় 98% হয়।

Potash Alum : একযোজী (mono-valent) ও ত্রিযোজী দুইটি ধাতুর সালফেট মিলিয়া যখন ২৪টি জলের অণু সহ Crystallised হয় তখন এই দ্বিধাতুক লবণকে Alum বলে। আমরা সাধারণতঃ যে ফটকিরি ব্যবহার করি উহা একটি Alum। K_2SO_4 এবং $Al_2(SO_4)_3$ মিলিত হইয়া 24 অণু জলের সহিত যে Crystal সৃষ্টি করে উহাকেই সাধারণ ফটকিরি বা Potash Alum বলে।

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 23H_2O = K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$$

Potash Alum.

প্রস্তুত প্রণালী :—অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণে প্রয়োজনানুসারে পটাসিয়াম সালফেট মিশ্রিত করিয়া লইয়া মিশ্রণটি একটি পাত্রে উত্তাপের সাহায্যে গাঢ় করা হয়। এই গাঢ় দ্রবণকে শীতল করিলে উহা হইতে Potash Alum Crystallised হইয়া বাহির হইয়া যায়। অ্যালুমিনিয়াম সালফেটকে প্রকৃতিজাত বক্সাইট বা অ্যালুনাইট খনিজ হইতে প্রথমে তৈয়ারী করিয়া লওয়া হয়।

ব্যবহার : রঞ্জনশিল্প, চামড়া প্রস্তুতি, জল পরিষ্করণ ও ঔষধে Potash Alum প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

21. Chemistry of Carbon Compounds

Q. 1. Write a short essay on the destruc' .distillation of Coal mentioning the names and uses of the ɩ.oducts.

Ans. খনি হইতে যে 'কাঁচা কয়লা' পাওয়া যায় তাহাতে মৌলিক কার্বন ছাড়া অনেক জৈব পদার্থও (organic substances) মিশ্রিত থাকে। বাতাসের অবর্তমানে কাঁচা কয়লার অন্তর্ধূম পাতন (destructive distillation) করিলে এই সকল জৈবপদার্থ বিযোজিত হইয়া গ্যাসীয় অবস্থায় পাতিত হয়।

অগ্নিসহ মৃত্তিকার বড় বড় বকযন্ত্রে বা অগ্নিসহ ইষ্টকের কতকগুলি প্রকোষ্ঠে কয়লার অন্তর্ধূমপাতন সম্পাদিত হয়। প্রত্যেক প্রকোষ্ঠের প্রায় ¾ অংশ কয়লার টুকরাতে ভর্তি করা হয় এবং পরে ঐ প্রকোষ্ঠের চারিদিক মাটির প্রলেপ দ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। ইহাতে বাতাস ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে না। অতঃপর প্রকোষ্ঠগুলিকে জ্বালানি-গ্যাস সাহায্যে প্রায় 1000°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। ফলে যে উদ্বায়ী পদার্থসমূহ উৎপন্ন হয় উহা প্রত্যেক প্রকোষ্ঠস্থিত নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। অনুদ্বায়ী 'কোক' প্রকোষ্ঠে পড়িয়া থাকে। কার্বনের যে কিছু অংশ উর্ধ্বপাতিত হইয়া প্রকোষ্ঠের উপরিভাগে সঞ্চিত হইয়া থাকে। ইহাই গ্যাস-কার্বন।

অন্তর্ধূম-পাতনের ফলে কয়লা হইতে যে সকল উদ্বায়ী পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাতে বাষ্পীভূত অবস্থায় যথেষ্ট আলকাতরা থাকে এবং CH_4, C_2H_4, CS_2, H_2S, HCN, CO, NH_3 প্রভৃতিও প্রচুর পরিমাণে থাকে। এই সকল উদ্বায়ী পদার্থ পাতন প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত হইয়া প্রথমে একটি আংশিক জলপূর্ণ সিলিণ্ডারে প্রবেশ করে এবং এবং জলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইলে তথায় কিছু আলকাতরা ঘনীভূত হয়। অতঃপর গ্যাস মিশ্রণটিকে পরপর কতকগুলি শীতক নলের ভিতর দিয়া পরিচালিত করা হয়। এই শীতক নলগুলি একটি ট্যাঙ্কের সহিত যুক্ত থাকে। ঠাণ্ডা হওয়ার ফলে প্রায় সম্পূর্ণ আলকাতরা এবং জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া ঐ ট্যাঙ্কে সঞ্চিত হয়। কোন কোন গ্যাস জলে

দ্রবীভূত হইয়া যায়। ট্যাঙ্কে আলকাতরা এবং উহার উপর একটি জলীয় অংশ পাওয়া যায়। এই জলীয় অংশে NH_3 দ্রবীভূত থাকে বলিয়া উহাকে ammoniacal li · বলে। অতঃপর বাকী গ্যাসটিকে ফেরিক হাইড্র-ক্সাইডের উপর , প্রবাহিত করিয়া শোধন করা হয়। এই শোধিত গ্যাস মিশ্রণটিৎে ›al gas বলে। উহাকে বড বড় গ্যাস ট্যাঙ্কে সঞ্চিত করা হয় এবং প্রে জনে জ্বালানি গ্যাসরূপে ব্যবহার করা হয়।

কয়লাব অন্তর্ধূমপাতনের ফলে কোক্, গ্যাসকার্বন, আলকাতরা, অ্যামো-নিক্যাল লিকর ও কোল গ্যাস—এই পাঁচটি প্রধান পদার্থ পাওয়া যায়। ইহাদের প্রত্যেকটিই খুব মূল্যবান এবং নানা প্রকার রাসায়নিক শিল্পে প্রয়োজনীয়। পদার্থগুলির ব্যবহার নিম্নে লিখিত হইল।

(১) কোক্—ধাতু নিষ্কাশণের জন্য কোক্ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

(২) গ্যাস কার্বন—ইলেক্ট্রিক চুল্লীর electrodes, ইলেক্ট্রিক-কোষ এবং Arc lamp প্রস্তুত করিবার জন্য গ্যাস কার্বনের ব্যবহাব হয়।

(৩) আলকাতরা—Benzene, Carbolic acid প্রভৃতি শিল্পে আলকাতরা ব্যবহার কবা হয়। কাঠেব উপর আলকাতরার প্রলেপ দিয়া কাঠকে দীর্ঘায়ু কবা হইয়া থাকে।

(৪) অ্যামোনিক্যাল লিকর—Ammonia গ্যাস প্রস্তুত করিবার জন্য এই লিকর ব্যবহৃত হয়।

(৫) কোল-গ্যাস—জ্বালানি গ্যাসরূপে কোল-গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

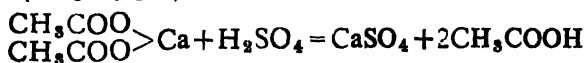
Q. 2 What are the products of destructive distillation of wood? How acetone and acetic acid are prepared from the liquid product of wood distillation? State the uses of the various products.

Ans কাঠকে অন্তর্ধূমপাতনে উদ্বায়ী পদার্থগুলিকে ঘনীভূত করিয়া যে তরল পাওয়া যায় তাহার দুইটী অংশ আছে (ক) আলকাতবার অংশ, (খ) জলীয় অংশ—Pyroligneous acid। এই Pyroligneous acid-এ নানা প্রকারের যৌগিক পদার্থের মধ্যে প্রধানতঃ Methyl alcohol, Acetone ও Acetic acid থাকে। ইহা ছাড়া 'কোক' বকযন্ত্রে থাকিয়া যায়।

Acetone : কাঠের অন্তর্ধূম পাতনে প্রাপ্ত জলীয় অংশ (Pyroligneous acid) পৃথক করিয়া লইয়া একটি তামার ট্যাঙ্কে উহা ফুটান হয়। ইহাতে যে বাষ্প উত্থিত হয় উহাতে Methyl alcohol, Acetone ও Acetic acid প্রভৃতি থাকে। বাষ্পটি ঈষৎ উষ্ণ milk of lime-এর [illegible] দিয়া প্রবাহিত করিলে উহার সহিত acetic acid-এর বিক্রিয়ায় Calcium acetate হয়। কিন্তু Methyl alcohol এবং Acetone কোন বিক্রিয়া করে না। উহাদের বাষ্প ঠাণ্ডা করিয়া একটি তরল মিশ্রণ পাওয়া যায়। অতঃপর এই মিশ্রণকে পাতনযন্ত্রে লইয়া আংশিক পাতন করা হয়। ইহাতে Methyl alcohol হইতে Acetone পৃথক হইয়া যায়।

ব্যবহার :—ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম প্রভৃতি প্রস্তুত করিবার জন্য Acetone ব্যবহার করা হয়। সেলুলয়েড এবং প্লাষ্টিক শিল্পে ইহা প্রয়োজন হয়। দ্রাবক হিসাবেও Acetone প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

Acetic acid :- কাঠের অন্তর্ধূমপাতনের ফলে পাতিত অবস্থায় যে জলীয় অংশ পাওয়া যায় উহাতে Acetic acid দ্রবীভূত থাকে। এই জলীয় দ্রবণে চুণ মিশাইলে উহা Acetic acid-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া Calcium acetate উৎপন্ন করে। Calcium acetate-কে উপযুক্ত পরিমাণে গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত মিশ্রিত করিয়া একটি পাতন যন্ত্রের সাহায্যে পাতিত করিলে Acetic acid (CH_3COOH) পাওয়া যায়।

$$\begin{matrix} CH_3COO \\ CH_3COO \end{matrix}\!>Ca + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2CH_3COOH$$

Calcium acetate. Acetic acid

ব্যবহার—ঔষধ প্রস্তুতি, খাদ্য প্রস্তুতি ও রবার শিল্পে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়।

Methyl alcohol : —কাঠের অন্তর্ধূমপাতনে প্রাপ্ত পাইরোলিগনাস অ্যাসিডের সহিত চুন মিশাইয়া উহাকে পাতিত করিলে যে তরল মিশ্রণ পাওয়া যায় উহাতে Acetone এবং Methyl alcohol থাকে। এই তরল মিশ্রণকে আংশিক পাতনের দ্বারা Methyl alcohol কে Acetone হইতে পৃথক করা হয়।

ব্যবহার :—প্লাস্টিক শিল্পে, ফরম্যাল্ডিহাইড তৈয়ারী করার জন্য প্রচুর

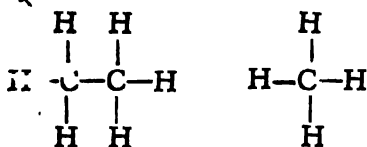
Methyl alcohol প্রয়োজন হয়। Methylated spirit প্রস্তুত করিবার জন্যও ব্যবহার হয়।

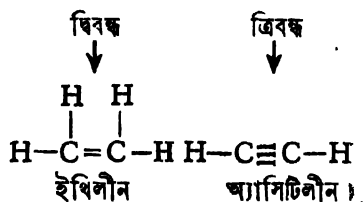
Q. 3. What are Hydrocarbons? Distinguish between saturated and unsaturated hydrocarbons. How is Methane usually prepared in the laboratory? What is the action of chlorine on ...

Ans. Hydrocarbons:—কার্বন ও হাইড্রোজেনের দ্বিযৌগিক পদার্থ গুলিকে হাইড্রোকার্বন বলে। যথা, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2 প্রভৃতি। হাইড্রোকার্বণ সাধারণতঃ দুই শ্রেণীর—(১)Saturated (পরিপৃক্ত) ও (২) Unsaturated (অপরিপৃক্ত) hydrocarbon. ধারাবাহিকরূপে hydrocarbon গুলির সঙ্কেত (formula) অনুধাবন করিলে দেখা যায়, উহাদের ভিতরে সর্বদাই একটি—CH_2-পরমাণু-পুঞ্জের ব্যবধান আছে। যেমন:—
মিথেন—CH_4 ইথেন—C_2H_6 প্রোপেন—C_3H_8 বিউটেন—C_4H_{10} ইত্যাদি।

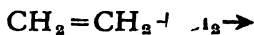
এইরূপ CH_2-পার্থক্য-বিশিষ্ট সমধর্মী যৌগগুলি এক গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত থাকে এবং ইহাদের সচরাচর সমগোত্রীয় (Homologous) বলা হয়।

Distinction—

Saturated hydrocarbon	Unsaturated hydrocarbon
(i) পরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সমস্ত কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পরের সহিত একটি যোজকের সাহায্যে মিলিত থাকে এবং বাকী যোজ্যতা গুলির (valency) সাহায্যে H পরমাণু-যুক্ত থাকে। যথা:—	(1) অপরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের অণুতে কোন দুইটি কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধ অথবা ত্রিবন্ধের দ্বারা মিলিত থাকে এবং অন্যান্য যোজকের সাহায্যে Hydrogen পরমাণু যুক্ত থাকে। যথা:

```
  H   H          H
  |   |          |
H-C---C-H      H-C-H
  |   |          |
  H   H          H
```

```
  দ্বিবন্ধ          ত্রিবন্ধ
    ↓                 ↓
  H   H
  |   |
H-C = C-H       H-C ≡ C-H
  ইথিলীন         অ্যাসিটিলীন।
```

ইথেন† মিথেন†

(2) পরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বনগুলি াধারণতঃ রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়। কোন ্যাসিড বা ক্ষারের দ্বারা ইহারা মাটেই আক্রান্ত হয় না।

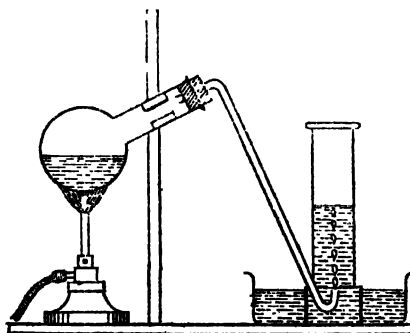
(2) অপরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বনগুলি অপেক্ষাকৃত রাসায়নিক সক্রিয় হয়। ইহারা সহজে অন্য পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া f ` যুত-যৌগিক উৎপাদন করে। ;

$CH_2=CH_2+Cl_2\rightarrow$ CH_2Cl-CH_2Cl

ইথিলিন ইথিলিন ডাইক্লোরাইড

Methane প্রস্তুতি :—

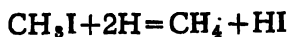
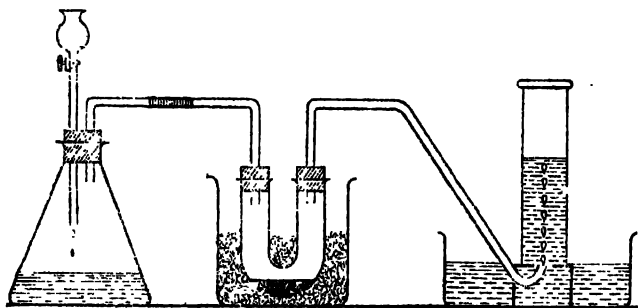
. বিশুদ্ধ Sodium acetate এর সহিত উহার ওজনের তিনগুণ পরিমাণ oda lime মিশাইয়া একটি কাচের শক্ত test tube বা তামার কূপীতে তপ্ত করিলেই Methane gas উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাসকে জলের অধো- ংশের দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

$$CH_3COONa+NaOH=CH_4+Na_2CO_3$$

Sodium acetate Methane

এই Methane গ্যাসেতে কিছু হাইড্রোজেন ও ইথিলীন গ্যাস থাকে।

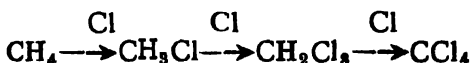
বিশুদ্ধ Methane প্রস্তুত করিতে হইলে Methyl Iodide (CH_3I)-কে ıascent হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করা হয়।

† এই শব্দ দুটি ১১২ পৃষ্ঠায় Saturated Hydro-Carbon এর column এর নীচে বসিবে।

$$CH_3I+2H=CH_4+HI$$

উৎপন্ন CH_4-এর সহিত কিছু উদ্বায়ী CH_3I মিশ্রিত থাকে। এই মিশ্রণকে এক' ল U-নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া CH_3I-কে ঘনীভূত করি থক করা হয় এবং বিশুদ্ধ মিথেন যথারীতি জলের উপর গ্যাসজারে সঞ্চি করা হয়।

Reaction :—(1) ক্লোরিন ও মিথেনের মিশ্রণে আগুন ধরাইলে মিথেন বিযোজিত হইয়া কার্বনে পরিণত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

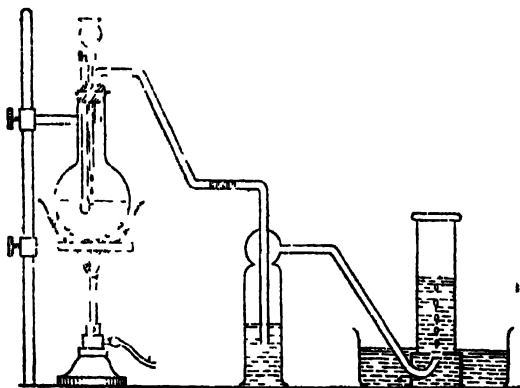
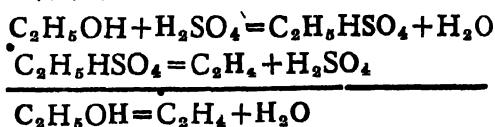
$$CH_4+2Cl_2=C+4HCl.$$

(২) বিক্ষিপ্ত বা মৃদু আলোকে মিথেন ও ক্লোরিন গ্যাসের মিশ্রণ রাখিলে মিথেনের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি একে একে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইতে থাকে।

$$CH_4 \xrightarrow{Cl} CH_3Cl \xrightarrow{Cl} CH_2Cl_2 \xrightarrow{Cl} CCl_4$$

Q. 4. Give the laboratory method of preparation of Ethylene. State its properties and uses.

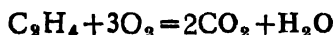
Ans. Ethylene প্রস্তুতি :—ইথাইল অ্যালকোহল (C_2H_5OH) হইতে জল নিষ্কাশিত করিয়া Ethylene (C_2H_4) প্রস্তুত করা হয়। H_2SO_4 বা H_3PO_4কে জল নিষ্কাশনের কাজে লাগান হয়।

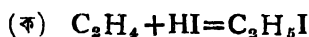
একটি কাচের flask-এ একভাগ ঐ অ্যালকোহলের সহিত উহার প্রায় পাচ গুণ H_2SO_4 Conc মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। অতঃপর flask-টির মুখ কর্কদিয়া বন্ধ করা হয়। ঐ কর্কে একটি thermomet‥ একটি নির্গম-নল ও একটি dropping funnel লাগান থাকে। flask-‥ একটি বালি-খোলের উপর রাখিয়া 160°/170°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। তপ্ত মিশ্রণে অতিরিক্ত ফেণা সৃষ্টি হয় বলিয়া উহা বন্ধ করিবার জন্য ক‥টি কাচের টুকরা flask-এর মধ্যে দেওয়া হয়। উত্তাপে অ্যালকোহল হইতে জল অণু H_2SO_4 -এর দ্বারা নিষ্কাশিত হয়। সম্ভত অ্যালকোহল প্রথমে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটে ($C_2H_5HSO_4$) প'রণত হয়। উহা পরে বিযোজিত হইয়া Ethylene উৎপন্ন করে।

$$C_2H_5OH+H_2SO_4=C_2H_5HSO_4+H_2O$$
$$C_2H_5HSO_4=C_2H_4+H_2SO_4$$
$$\overline{C_2H_5OH=C_2H_4+H_2O}$$

উৎপন্ন ইথিলীনের সহিত কিছু CO_2 ও SO_2 মিশ্রিত থাকে। মিশ্রণকে কষ্টিক পটাসের দ্রবণেব ভিতর দিয়া পরিচালিত করিলে ঐ সকল অপদ্রব্য দূর করা হয় এবং বিশুদ্ধ ইথিলীন গ্যাসকে অধোভ্রংশনের দ্বারা গ্যাস জারে সংগ্রহ করা হয়।

সাবধানতা :—H_2SO -এর পরিমাণ বেশী রাখা প্রয়োজন, নচেৎ ইথার উৎপন্ন হইবার সম্ভাবনা থাকে।

ধর্ম :—(১) [illegible] লীন একটি বর্ণহীন গ্যাস। বাতাসে উহা উজ্জ্বল-শিখাসহ জ্বলিতে থাকে [illegible] প্রজ্বলনের ফলে উহা CO_2 এবং H_2O-তে পরিণত হয়।

$$C_2H_4+3O_2=2CO_2+H_2O$$

(২) সোজাসুজি বহু পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া যুত-যৌগিক (additive compound) উৎপাদন করে।

(ক) $C_2H_4+HI=C_2H_5I$
(ইথাইল আয়োডাইড)

(খ) $C_2H_4+H_2SO_4=C_2H_5HSO_4$
(ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট)

(৩) বিচূর্ণ নিকেলের প্রভাবে 150°c উষ্ণতায় হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা বিজারিত হইয়া ইথেন উৎপন্ন হয়।

$$C_2H_4+H_2=C_2H_6$$
(ইথেন)

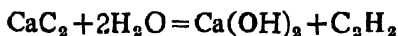
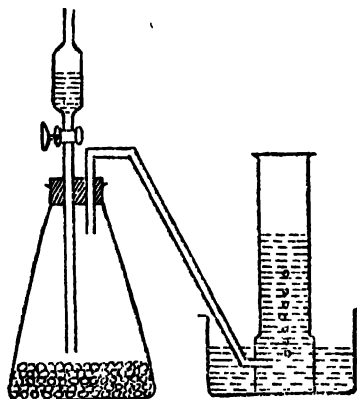
(৪) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারণের ফলে ethylene glycol উৎপন্ন হয়।

$$2C_2H_4+O_2+2H_2O=2C_2H_4(OH)_2$$
(ethylene glycol)

ব্যবহার :—ডাক্তারেরা চেতনা-নাশক হিসাবে ইথিলীন ব্যবহার করেন। কাঁচা ফল কৃত্রিম উপায়ে পাকানোর জন্য ইথিলীন ব্যবহৃত হয়। ইথিলীন হইতে আজকাল অ্যালকোহল তৈয়ারী হইতেছে।

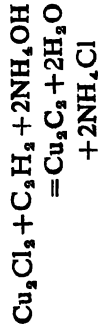
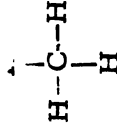
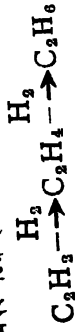
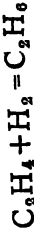
Q. 5. How would you prepare pure Acetylene? Compare its properties with those of Methane and Ethylene. Mention also some uses of acetylene.

Ans. Acetylene প্রস্তুতি :—সাধারণ উষ্ণতায় জলের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বাইডের (CaC_2) বিক্রিয়ার ফলে অ্যাসিটিলীন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

একটি Conical flask-এ প্রথমে খানিকটা বালু লই উহার উপর CaC_2 এর ছোট ছোট টুকরা রাখা হয়। একটা নির্গম-নল একটি dropping funnel-যুক্ত কর্ক দিয়া ঐ flask-এর মুখ বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। ফানেলের সাহায্যে ফোঁটা ফোঁটা জল ঐ CaC_2-এর উপর ফেলিলে Acetylene গ্যাস উৎপন্ন হয়।

নির্গম-নল দিয়া এই গ্যাস নির্গত হইলে উহাকে জলের উপর গ্যাসজারে সংগৃহীত করা হয়।

এই অ্যাসিটিলীনের সহিত অল্প পরিমাণ PH_3, H_2S প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে। Acid মিশ্রিত $CuSO_4$ দ্রবণের ভিতর দিয়া উৎপন্ন গ্যাসটি পরিচালিত করিয়া এই সকল অপদ্রব্য দূর করা হয় এবং এইরূপে pure Acetylene গ্যাস সংগ্রহ করা যায়।

PROPERTIES COMPARED

Acetylene	Ethylene	Methane
(1) অ্যাসিটিলীন একটি অপরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। ইহার অণুতে কার্বন পরমাণু দুইটির ভিতর একটি ত্রিবন্ধ (Triple bond) আছে। $CH \equiv CH$	(1) ইথিলীনও একটি অপরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। কিন্তু ইহার কার্বন পরমাণু দুইটির ভিতর একটি দ্বিবন্ধ (double bond) আছে। $CH_2 = CH_2$	(1) মিথেন একটি পরিপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। ইহার কার্বন পরমাণুর সহিত ৪টি হাইড্রোজেন যুক্ত আছে। $H-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-H$ (H above and below C)
(2) অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার বা কপারের লবণের ভিতর C_2H_2 গ্যাস পরিচালিত করিলে ঐ ধাতু গুলির অ্যাসিটিলাইড অধঃক্ষিপ্ত হইয়া থাকে। $Cu_2Cl_2 + C_2H_2 + 2NH_4OH = Cu_2C_2 + 2H_2O + 2NH_4Cl$	(2) এইরূপ বিক্রিয়া হয় না।	(2) এইরূপ বিক্রিয়া হয় না।
(3) লঘু H_2SO_4 (20%) এবং $HgSO_4$ দ্রবণের ভিতর দিয়া অ্যাসিটিলীন পরিচালিত করিলে acetaldehyde উৎপন্ন হয়।	(3) গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত ইথিলীনের বিক্রিয়ায় ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। $C_2H_4 + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4$	(3) H_2SO_4-এর সহিত মিথেনের বিক্রিয়া হয় না।

Acetylene	Ethylene	Methane
(4) বিচূর্ণ নিকেলের প্রভাবে অ্যাসিটিলীনকে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করিয়া প্রথমে ইথিলীন এবং পরে ইথেন পাওয়া যায়। $C_2H_2 \xrightarrow{H_2} C_2H_4 \xrightarrow{H_2} C_2H_6$	(4) বিচূর্ণ নিকেলের প্রভাবে ইথিলীনকে, হাইড্রোজেন বিজারিত করিয়া ইথেনে পরিণত করে। $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$	(4) এইরূপ কোন বিক্রিয়া হয় না
(5) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণ অ্যাসিটিলিন দ্বারা বিরঞ্জিত হয়।	(5) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণ ইথিলীন দ্বারা বিরঞ্জিত হয়।	(5) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণকে মিথেন গ্যাস বিরঞ্জিত করে না।

ব্যবহার: (১) আলোক উৎপাদনে অ্যাসিটিলীন ব্যবহার হয়। (২) অক্সি—অ্যাসিটিলীন শিখা উৎপাদনে প্রচুর ব্যবহৃত হয়। (৩) কৃত্রিম রবার প্রস্তুতিতেও অ্যাসিটিলীন প্রয়োজন হয়।

Q. 6. D[illegible]be how a pure specimen of ethylene is prepared in the labor[illegible]y ? State its uses. How would you proceed to separate a gase[illegible]s mixture of methane, ethylene and acetylene.

Ans. Q. 4. ans দেখ। এবং

Separation : - মিথেন, ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের মিশ্রনকে প্রথমে একটি গ্যাস-ধাবকে অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণের ভিতর দিয়া পরিচালনা করা হইল। উহাতে অ্যাসিটিলীন Cu_2C_2-তে পরিণত হইয়া ঐ ধাবকের মধ্যে অধঃক্ষিপ্ত হয়। নির্গত গ্যাসের মধ্যে ইথিলীন এবং মিথেন থাকে। এই মিশ্রণকে অতঃপর আর একটি গ্যাস-ধাবকে fuming H_2SO_4-এর ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইথিলীন ঐ অ্যাসিডের সহিত যুক্ত হইয়া $C_2H_5HSO_4$-এ পরিণত হয় এবং ধাবকে থাকিয়া যায় ; নির্গত গ্যাসে কেবল মাত্র মিথেন থাকে। উহাকে গ্যাস-জারে সঞ্চয় করা যায়।

প্রথম গ্যাস-ধাবক হইতে Cu_2C_2-কে ছাঁকিয়া লইয়া উহার সহিত H_2SO_4-এর বিক্রিয়ায় পুনরায় C_2H_2 উৎপন্ন হয়। ইহাকে একটি গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা যায়।

দ্বিতীয় গ্যাস-ধাবক হইতে তরল পদার্থটিকে বাহির করিয়া উহা উত্তপ্ত করিলে C_2H_4 পুনঃ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাসকে গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা যায়।

Q. 7. How can you prepare Benzene from its important source ? Describe its properties and uses. Starting from acetylene how can you prepare benzene.

Ans. Benzene প্রস্তুতি :—কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের ফলে যে সকল পদার্থ পাওয়া যায় উহাদের মধ্যে আলকাতরা অন্যতম। আলকাতরাতে সূক্ষ্ম কার্বনের কণা ছাড়াও নানা প্রকারের জটিল পদার্থ বর্তমান আছে। লোহার বড় ট্যাঙ্কে আলকাতরাকে উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে নানা উদ্বায়ী পদার্থ

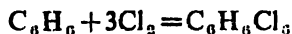
উৎপন্ন হয়। বিভিন্ন উষ্ণতায় এই সকল উদ্বায়ী পদার্থ পৃথক ভাবে সংগ্রহ করিলে মোটামুটি চার রকমের তৈল পাওয়া যায়। আলকাতরাকে এই ভাবে 400°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে প্রায় 40% ভাগ পাতিত হইয়া যায় এবং যে কালো পদার্থ ট্যাঙ্কে পড়িয়া থাকে উ পিচ (Pitch) বলে। বিভিন্ন উষ্ণতায় সংগৃহীত পদার্থগুলি :—

		পাতন-উষ্ণতা	শতকরা ভাগ	প্রধান-উপাদান
(i)	Light oil	170°C	8%	Benzene
(ii)	Carbolic oil	230°C	10%	Phenols etc.
(iii)	Creasote oil	270°C	10%	Cresol
(iv)	Anthracene oil	360°C	20%	Anthracene

Light oil লইয়া 70°C উষ্ণতায় পুনঃপাতিত করিলে পাতিত পদার্থে প্রায় 70% Benzene থাকে। উহাকে H_2SO_4 এবং NaOH দ্রবণ দ্বারা শোধিত এবং পরিষ্কৃত করিয়া আবার আংশিক পাতন করিলে বিশুদ্ধ Benzene পাওয়া যায়।

ধর্ম :

(১) Benzene জলের চেয়ে হালকা এবং জলে দ্রবীভূত হয় না। ইহা সহজে জ্বলিতে পারে। অ্যালকোহল এবং ইথারের সঙ্গে Benzene মিশিয়া থাকে।

(২) সূর্যালোকে Cl_2 বা Br_2-এর সঙ্গে বিক্রিয়াতে Benzene হইতে যুত-যৌগিক উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_6+3Cl_2=C_6H_6Cl_6$$

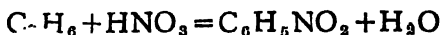
(Benzene Hexachloride)

(৩) লৌহ বা Iodine প্রভাবকের সাহায্যে Cl_2 বা Br_2 আস্তে আস্তে Benzene-এর হাইড্রোজেনগুলি প্রতিস্থাপিত করে।

$$C_6H_6\xrightarrow{Cl}C_6H_5Cl\xrightarrow{Cl}C_6H_4Cl_2$$

এইরূপে $C_6H_6\xrightarrow{3Cl_2}C_6Cl_6$ হইয়া যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেন Cl_2-এর সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়া HCl উৎপন্ন করে।

(৪) গাঢ় H_2SO_4-এর উপস্থিতিতে Benzene গাঢ় HNO_3-এর সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়া Nitro-benzene উৎপন্ন করে।

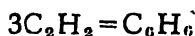
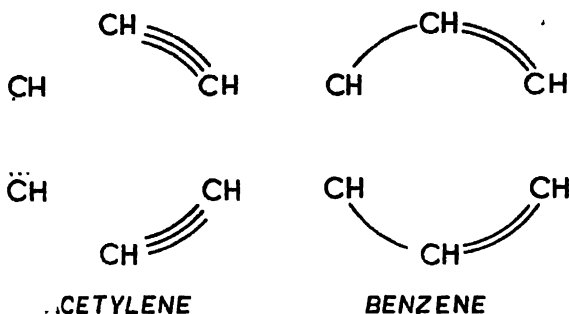
$$C_6H_6 + HNO_3 = C_6H_5NO_2 + H_2O$$

(৫) শ্বেত ...লের ভিতর দিয়া Benzene বাষ্প পরিচালিত করিলে Diphenyle পাওয়া যায় :

$$2C_6H_6 = C_6H_5 - C_6H_5 + H_2$$

ব্যবহার : কার্বলিক অ্যাসিড, নাইট্রোবেঞ্জিন প্রভৃতি প্রস্তুত করিবার জন্য Benzene প্রয়োজন লাগে। পশম ও রেশমের বস্ত্রাদি পরিষ্কার করিবার জন্য Benzene ব্যবহার হয়।

Benzene from acetylene :

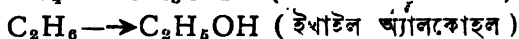
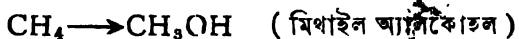
একটি তপ্ত নলের ভিতর দিয়া acetylene গ্যাস প্রবাহিত করিলে Benzene পাওয়া যায়। এই পরিবর্তনে তিনটি acetylene অণু একত্র যুক্ত হইয়া একটি Benzene অণুতে পরিণত হয়।

$$3C_2H_2 = C_6H_6$$

Q. 8. What are alcohols ? Describe the manufacture of Ethyl alcohol from glucose. Mention its uses. Starting from ethyl alcohol how will you prepare (a) Ethyl acetate and (b] Acetic acid ?

Ans.

Alcohols :—হাইড্রোকার্বনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেনকে OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন করিলে যে সকল যৌগ পাওয়া যাইবে তাহাদিগকে Alcohols বলে। যেমন :

$CH_4 \longrightarrow CH_3OH$ (মিথাইল অ্যালকোহল)

$C_2H_6 \longrightarrow C_2H_5OH$ (ইথাইল অ্যালকোহল)

ইত্যাদি।

Ethyl Alcohol প্রস্তুতি : glucose-এর দ্রবণে সাধারণ অবস্থায় যদি খানিকটা yeast নামক একপ্রকারের ক্ষুদ্র উদ্ভিদ মিশাইয়া রাখা যায়, তবে খানিকক্ষণ পরে উহার উপর ফেনা সঞ্চিত হইবে, মনে হইবে যেন ঐ দ্রবণ ফুটিতেছে। বস্তুতঃ yeast-এর প্রভাবে glucose বিযোজিত হইয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও CO_2 গ্যাসে পরিণত হয়। CO_2 গ্যাস নির্গমের ফলেই দ্রবণটি ফুটিতেছে বলিয়া মনে হয়।

$$\underset{\text{Glucose}}{C_6H_{12}O_6} = 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

yeast-এর প্রভাবে glucose-এর এইরূপ বিযোজনকে Alcoholic Fermentation বলে।

প্রস্তুত প্রণালী : একটি পাত্রে জল লইয়া উহাতে glucose দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণে সাধারণতঃ প্রায় 10% glucose থাকে। ঐ দ্রবণে সামান্য পরিমাণে H_2SO_4 দিয়া উহার অম্লত্ব উপযুক্ত মাত্রায় রাখা হয়।

দ্রবণের অম্লত্ব উপযুক্ত মাত্রায় থাকিলে yeast বিশেষ সক্রিয় থাকে; দ্রবণটিকে প্রায় 35°C পর্যন্ত তাপিত করিয়া উহাতে খুব অল্প পরিমাণ yeast মিশানো হয়। কিছুক্ষণের মধ্যে ঐ yeast এর প্রভাবে fermentation আরম্ভ হইয়া দ্রবণের উপর ফেনা দেখা যাইবে। প্রায় ২৪ ঘণ্টা পরে glucose সম্পূর্ণরূপে বিযোজিত হইলে ঐ ফেনা উঠা বন্ধ হইয়া একটি লঘু অ্যালকোহল দ্রবণ পাওয়া যায়। এই দ্রবণকে অতঃপর পাতনযন্ত্রের সাহায্যে পুনঃপুনঃ পাতিত করিলে 95·6% অ্যালকোহল প্রস্তুত হয়। ইহা বাজারে Rectified Spirit নামে বিক্রয় হয়। Rectified Spirit-এর সহিত খুব সামান্য পরিমাণে

Pyridine, Cauchondine, Methyl alcohol প্রভৃতি মিশ্রিত করিলে উহাকে Methylated spirit বলে।

Rectified spirit হইতে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল পাইতে হইলে প্রথমতঃ ... এবং পরে Calcium ধাতুর সান্নিধ্যে পাতিত করিয়া লইতে হয়।

ব্যবহার : (১) ইথার, ক্লোরোফরম প্রভৃতি নানা প্রকারের রাসায়নিক জৈব-পদার্থ প্রস্তুত করিতে ইথাইল অ্যালকোহল প্রয়োজন হয়।

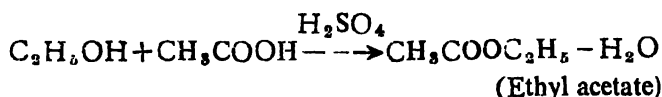
(২) মেথিলেটেড স্পিরিট প্রস্তুত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

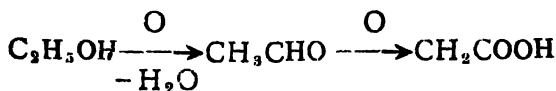
(৩) Petrol-এর সহিত মিশ্রিত করিয়া আজকাল জ্বালানি হিসাবে ইথাইল অ্যালকোহল ব্যবহার করা হয়।

এই সকল ভিন্ন ইথাইল অ্যালকোহলের বহুল প্রয়োগ আছে।

Ethyl Acetate : ইথাইল অ্যালকোহল এবং glacial acetic acid-এর সমপরিমাণ মিশ্রণ গাঢ় H_2SO_4 সহ একটি পাতন-যন্ত্রে উত্তপ্ত করিয়া Ethyl Acetate প্রস্তুত করা হয়। পুনঃপাতনের সাহায্যে উহাকে পৃথক করিয়া শোধিত করা হয়।

$$C_2H_5OH + CH_3COOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3COOC_2H_5 - H_2O$$

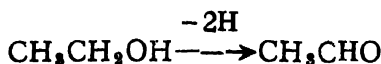
(Ethyl acetate)

Acetic Acid : পটাসিয়াম ডায়ক্রোমেট এবং H_2SO_4-এর দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল জারিত করিয়া Acetic Acid উৎপন্ন করা হয়।

$$C_2H_5OH \xrightarrow[-H_2O]{O} CH_3CHO \xrightarrow{O} CH_3COOH$$

Acetic Acid

ইথাইল অ্যালকোহল জারিত করিলে প্রথমে acetaldehyde (CH_3CHO) হয় এবং উহা জারিত হইয়া CH_3COOH উৎপন্ন করে।

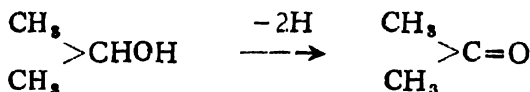
Q. 9. What are Aldehydes and Ketones ? Describe the preparation of Acetone in the laboratory. What are its important properties and uses ?

Ans. Aldehyde :—প্রাইমারি অ্যালকোহলে—CH_2OH পরমাণুপুঞ্জ থাকে। ইহা জারিত করিলে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু বিতাড়িত হইয়া —CHO পরমাণুপুঞ্জে পরিণত হয়। ফলে যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে aldehyde বলে। যেমন:—

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{-2H} CH_3CHO$$

ইথাইল অ্যালকোহল আ্যাসিট্যাল ডিহাইড

অতএব অ্যালডিহাইড মাত্রেই—CHO মূলক থাকিবে।

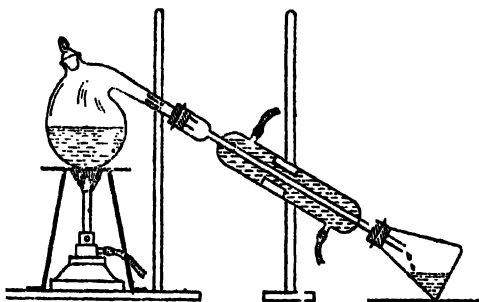
Ketone :—সেকেণ্ডারি অ্যালকোহলে—CHOH পরমাণুপুঞ্জ থাকে। উহা হইতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু বিতাড়িত করিলে >C=O মূলক হইয়া যায়। ফলে যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে Ketone বলে। যেমন—

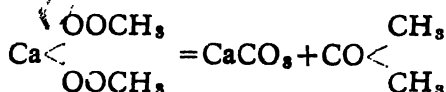
$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}>CHOH \xrightarrow{-2H} \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}>C=O$$

Isopropyl Alcohol Dimethyl Ketone

সুতরাং, কিটোন মাত্রেই >C=O মূলক থাকিবে।

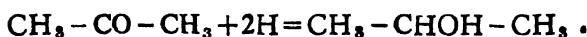
বস্তুতঃ Aldehyde এবং Ketone-এর মধ্যে C=O আছে এবং এইজন্য উহাদের রাসায়নিক ধর্মের মধ্যে অনেক সাদৃশ্য দেখা যায়।

Acetone (CH_3—CO—CH_3):—

প্রস্তুতি : একটি কাচের retort-এ অনার্দ্র ও বিশুদ্ধ Calcium acetate

লইয়া উত্তপ্ত করিলে, উহা তাপ-বিয়োজিত হইয়া Acetone উৎপন্ন করে। উদ্বায়ী Acetone-এর বাষ্প শীতকের সাহায্যে ঠাণ্ডা করিয়া গ্রাহক পাত্রে সংগ্রহ করা হয়। এইরূপে ল্যাবরেটরীতে Acetone প্রস্তুত করা যায়।

$$Ca\lt\begin{matrix}OOCH_3\\OOCH_3\end{matrix}=CaCO_3+CO\lt\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$$

ধর্ম:—(১) অ্যাসিটোন বর্ণহীন বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। ইহা অ্যালকোহল, ইথার প্রভৃতির সঙ্গে মিশিতে পারে।

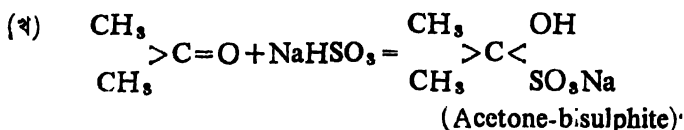
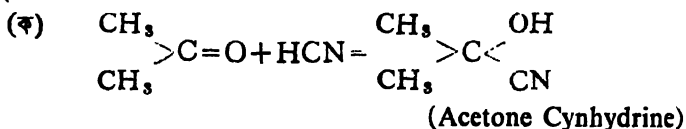
(২) Nascent হাইড্রোজেন ($NaHg+H_2O$) দ্বারা বিজারিত করিলে ইহা Isopropyl অ্যালকোহলে পরিণত হয়:—

$$CH_3-CO-CH_3+2H=CH_3-CHOH-CH_3$$

(৩) কার্বনিল-পুঞ্জ ($>C=O$) থাকার জন্য HCN, $NaHSO_3$ প্রভৃতির সঙ্গে যুত-যৌগিক সৃষ্টি করে:—

(ক) $$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=O+HCN=\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C\lt\begin{matrix}OH\\CN\end{matrix}$$

(Acetone Cynhydrine)

(খ) $$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=O+NaHSO_3=\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C\lt\begin{matrix}OH\\SO_3Na\end{matrix}$$

(Acetone-bisulphite)

(৪) অ্যাসিটোন, I_2 ও ক্ষারের সহিত Iodoform উৎপন্ন করে। বিরঞ্জক চূর্ণ দ্বারা ইহা chloroform-এ পরিণত হয়।

ব্যবহার: ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম প্রস্তুতের জন্য অ্যাসিটোন ব্যবহৃত হয়। সেলুলয়েড এবং অন্যান্য প্লাষ্টিক শিল্পে প্রয়োজন হয়। দ্রাবক হিসাবেও অ্যাসিটোনের প্রচুর ব্যবহার হয়।

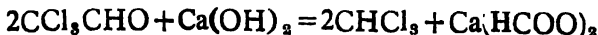
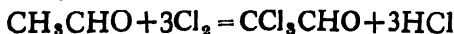
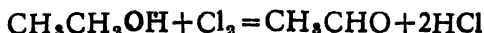
Q. 10. Describe the preparation, properties and uses of chloroform. Starting with methane out-line the steps for obtaining it.

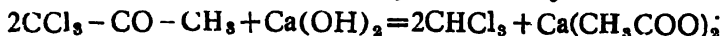
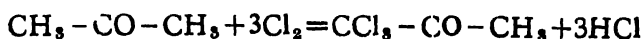
Ans. Chloroform ($CHCl_3$) :—

Bleaching powder-এর দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিটোন জারিত ও আর্দ্র বিশ্লেষিত করিয়া chloroform তৈয়ারী করা হয়।

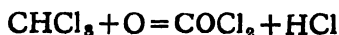
প্রস্তুতি : (১) একটি flask-এ জল ও Bleaching powder মিশাইয়া উহাতে খানিকটা ইথাইল অ্যালকোহল দেওয়া হয়। এই মিশ্রণটি বেশ ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া আস্তে আস্তে তাপিত করিলে Chloroform উদ্বায়িত হইতে থাকে। পাতনের সাহায্যে Chloroform পৃথক করিয়া সংগৃহীত হয়।

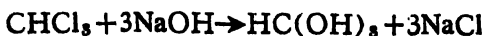
Bleaching powder হইতে জলের দ্বারা প্রথমে Cl_2 এবং চুন উৎপন্ন হয়। Cl_2 অ্যালকোহলকে জারিত করে এবং চুন অতঃপর আর্দ্র বিশ্লেষণে সাহায্য করে।

$$CH_3CH_2OH + Cl_2 = CH_3CHO + 2HCl$$
$$CH_3CHO + 3Cl_2 = CCl_3CHO + 3HCl$$
$$2CCl_3CHO + Ca(OH)_2 = 2CHCl_3 + Ca(HCOO)_2$$

(২) অ্যাসিটোন হইতেও অনুরূপ ভাবেই chloroform পাওয়া যায়।

$$CH_3-CO-CH_3 + 3Cl_2 = CCl_3-CO-CH_3 + 3HCl$$
$$2CCl_3-CO-CH_3 + Ca(OH)_2 = 2CHCl_3 + Ca(CH_3COO)_2$$

ধর্ম :—(১) ইহা মিষ্টগন্ধযুক্ত ভারী বর্ণহীন তরল পদার্থ। জলে অদ্রবনীয় কিন্তু ইথার প্রভৃতির সহিত মিশিতে পারে।

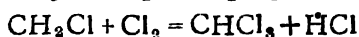
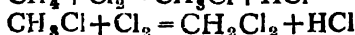
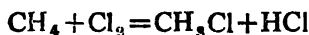
(২) আলোর উপস্থিতিতে সহজে বাতাসের অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বিষাক্ত কার্বনিল ক্লোরাইড ($COCl_2$) উৎপন্ন করে।

$$CHCl_3 + O = COCl_2 + HCl$$

(৩) Caustic potash-এর অ্যালকোহলিয় দ্রবণের সহিত ফুটাইলে chloroform বিযোজিত হইয়া formic acid-এ পরিণত হয়।

$$CHCl_3 + 3NaOH \rightarrow HC(OH)_3 + 3NaCl$$
$$HC(OH)_3 \longrightarrow HCOOH + H_2O$$

(formic acid)

(৪) অ্যানিলিন ও KOH-এর সহিত chloroform-কে সামান্য উষ্ণ করিলে তীব্র দুর্গন্ধযুক্ত ফিনাইল-আইসোসায়ানাইড উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার সাহায্যেই chloroform-এর অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।

ব্যবহার :—চৈতন্যনাশক হিসাবে ক্লোরোফর্ম সর্বদা ব্যবহার হয়। দ্রাবক হিসাবেও ইহার ব্যবহার আছে।

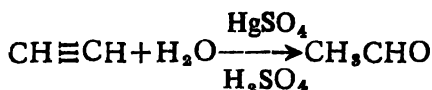
Chloroform from Methane :—মিথেন হইতে ৩টি হাইড্রোজেন অণু একে একে Cl_2 দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া chloroform পাওয়া সম্ভব। প্রত্যেকটি হাইড্রোজেন অণু প্রতিস্থাপিত করিয়া HCl অণু সৃষ্টি হয়। chloroform এবং Methane-এর মিশ্রণ বিক্ষিপ্ত বা মৃদু আলোকে রাখিয়া দিলে এইরূপ বিক্রিয়া হইতে পারে।

$$CH_4+Cl_2=CH_3Cl+HCl$$
$$CH_3Cl+Cl_2=CH_2Cl_2+HCl$$
$$CH_2Cl+Cl_2=CHCl_3+HCl$$
(Chloroform)

Q. 11. Write short notes on (1) Acetaldehyde (2) Acetic acid (3) Oxalic acid (4) Citric acid.

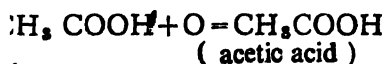
Ans. Acetaldehyde (CH_3CHO) :—

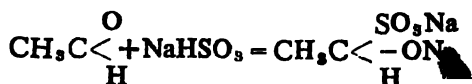
প্রস্তুতি—প্রচুর পরিমাণে acetaldehyde আজকাল acetylene গ্যাস হইতে প্রস্তুত করা হয়। $HgSO_4$ (20% H_2SO_4) প্রভাবকের সান্নিধ্যে acetylene গ্যাস 100°C উষ্ণতায় জল গ্রহণ করিয়া acetaldehyde উৎপন্ন

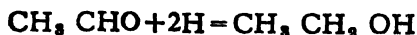
—

$$CH{\equiv}CH+H_2O\xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4}CH_3CHO$$

ধর্ম—(১) ইহা একটি তীব্র গন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল পদার্থ।

(২) বাতাসের অক্সিজেন অথবা অন্যান্য জারক দ্রব্যের সহিত বিক্রিয়ার ফলে CH_3COOH-এ পরিণত হয়।

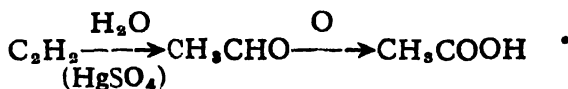
$$CH_3COOH+O=CH_3COOH$$
(acetic acid)

(৩) $NaHSO_3$-এর সহিত bisulphite compound তৈয়ারী করে

$$CH_3C\begin{matrix}O\\<\\H\end{matrix}+NaHSO_3=CH_3C\begin{matrix}SO_3Na\\<-ONa\\H\end{matrix}$$

(৪) Nascent হাইড্রোজেন acetaldehyde কে বিজারিত করিয়া ইথাইলঅ্যালকোহলে পরিণত করে।

$$CH_3\ CHO+2H=CH_3\ CH_2\ OH$$

পরীক্ষা (test)—ক্ষারীয় Felling solution সহ acetaldehyde গরম করিলে দ্রবণের রং বদলাইয়া যায় এবং লাল রং বিশিষ্ট Cu_2O অধঃক্ষিপ্ত হয়।

Acetic Acid (CH_3 COOH):

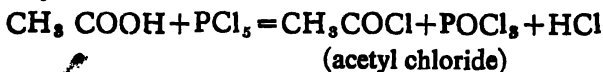
প্রস্তুতি: আজকাল অ্যাসিটিলীন গ্যাস হইতে প্রচুর পরিমাণে acetic acid প্রস্তুত করা হইতেছে। প্রথমে C_2H_2-কে জারিত করিয়া CH_3CHO প্রস্তুত করা হয়। এই বিক্রিয়ার জন্য $HgSO_4$ ($20\%H_2SO_4$) প্রভাবক ব্যবহার করিতে হয়। উৎপন্ন CH_3CHO-কে বাতাসের সাহায্যে জারিত করিলে CH_3COOH পাওয়া যায়।

$$C_2H_2\xrightarrow[(HgSO_4)]{H_2O}CH_3CHO\xrightarrow{O}CH_3COOH$$

'Acetobacter aceti' ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা গুড়, গ্লুকোজ প্রভৃতি পদার্থকে fermentation করিলে acetic acid-এর লঘু দ্রবণ পাওয়া যায়। ইহাকে বাজারের ভিনিগার বা সির্কা বলে। কাঠের অন্তর্ধূমপাতনে উৎপন্ন Pyroligneons acid হইতেও acetic acid প্রস্তুত করা হয়। [see Q.2, ans]

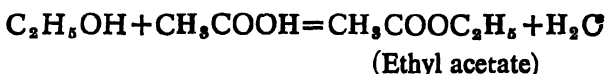
ধর্ম: অ্যাসেটিক অ্যাসিড একটি বিশিষ্ট তীব্রগন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল পদার্থ। ইহা 16·7°C উষ্ণতায় স্বচ্ছ বরফের মত পদার্থে পরিণত হয় বলিয়া বিশুদ্ধ গাঢ় CH_3 COOH-কে glacial acetic acid বলে। জলের দ্রবণে ইহা নীল লিটমাসকে লাল করে এবং ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় লবণ উৎপন্ন করে।

(২) PCl_5 দ্বারা অ্যাসেটিক অ্যাসিডের —OH মূলক প্রতিস্থাপিত হয় এবং acetyl chloride পাওয়া যায়।

$$CH_3COOH + PCl_5 = CH_3COCl + POCl_3 + HCl$$

(acetyl chloride)

(৩) গাঢ় H_2SO_4-এর প্রভাবে, বিভিন্ন অ্যালকোহলের সহিত যুক্ত হইয়া Ester উৎপন্ন করে।

$$C_2H_5OH + CH_3COOH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

(Ethyl acetate)

ব্যবহার: ঔষধ প্রস্তুতি, খাদ্য প্রস্তুতি, রবার শিল্পে acetic acid ব্যবহৃত হয়। ল্যাবরেটরীতে acetate লবণের ব্যবহার আছে।

পরীক্ষা—প্রশম $FeCl_3$ দ্রবণ, প্রশমিত অ্যাসিটেট দ্রবণের সহিত, মিশাইলে উহা লাল হইয়া যায়।

Oxalic Acid (COOH – COOH): ল্যাবরেটরীতে সচরাচর Cane Sugar এবং গাঢ় HNO_3 একত্রে উত্তপ্ত করিয়া Oxalic Acid প্রস্তুত করা হয়। Cane sugar নাইট্রিক অ্যাসিডে জারিত হইয়া যায়।

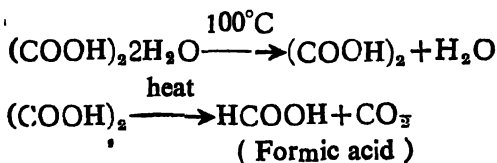
$$C_{12}H_{22}O_{11} + 9O_2 = 6COOH - COOH + 5H_2O$$

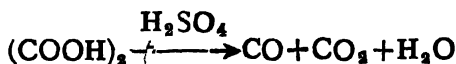
দ্রবণটি ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলেই oxalic acid-এর স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়।

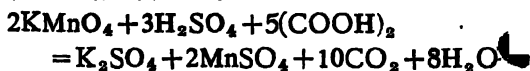
ধর্ম: (১) অক্সালিক অ্যাসিডে ২টি জলের অণু আছে, $(COOH)_2 2H_2O$। 100°C উত্তাপে ঐ জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং আরো তাপিত করিলে, অ্যাসিডটি ভাঙ্গিয়া ফরমিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

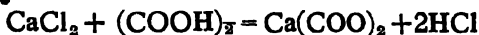
$$(COOH)_2 2H_2O \xrightarrow{100^\circ C} (COOH)_2 + H_2O$$

$$(COOH)_2 \xrightarrow{heat} HCOOH + CO_2$$

(Formic acid)

(২) গাঢ় H_2SO_4 সহ গরম করিলে নিরুদিত হইয়া ভাঙ্গিয়া যায়।

$$(COOH)_2 \xrightarrow{H_2SO_4} CO + CO_2 + H_2O$$

(৩) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের আম্লিক দ্রবণ অক্সালিক অ্যাসিডে বিজারিত হইয়া বর্ণহীন হইয়া পড়ে।

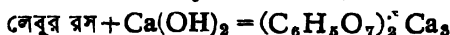
$$2KMnO_4+3H_2SO_4+5(COOH)_2$$
$$=K_2SO_4+2MnSO_4+10CO_2+8H_2O$$

পরীক্ষা (Test): ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ হইতে Oxalicacid শ্বেত অধঃক্ষেপ দেয়।

$$CaCl_2+(COOH)_2=Ca(COO)_2+2HCl$$

ব্যবহার: রঞ্জন শিল্পে, কালি প্রস্তুতিতে, বিরঞ্জক হিসাবে এবং ছাপার কাজে Oxalic acid ব্যবহৃত হয়।

Citric Acid ($CH_2COOH-C(OH)COOH-CH_2COOH$) :— লেবু জাতীয় ফলের রসে প্রচুর Citric acid থাকে এবং লেবুর রস হইতেই উহা প্রস্তুত করা হয়। চুনের সহিত লেবুর রস ফুটাইলে, উহা হইতে Calcium Citrate লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয়। ঐ লবণ ছাঁকিয়া লইয়া উহাতে লঘু H_2SO_4 দিলে Citric acid উৎপন্ন হয়। দ্রবণটি ছাঁকিয়া উহা হইতে Citric acid Crystal পাওয়া যায়।

$$\text{লেবুর রস}+Ca(OH)_2=(C_6H_5O_7)_2Ca_3$$

Calcium Citrate

$$(C_6H_5O_7)_2Ca_3+3H_2SO_4=3CaSO_4+2C_6H_8O_7$$

Citric Acid

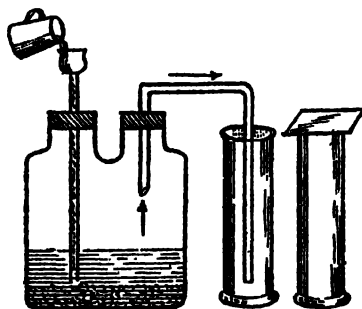
পরীক্ষা (Test): Citric acid-এর দ্রবণে $CaCl_2$ দিয়া গরম করিলে Calcium Citrate অধঃক্ষিপ্ত হয়।

ব্যবহার: রঞ্জন শিল্পে, পানীয় প্রস্তুত করিতে Citric acid ব্যবহার করা হয়।

Q. 12. Describe the laboratory method of preparing CO_2 gas. You are supplied with two jars without level, one containing Nitrogen and the other CO_2. How can you detect them ? Determine the volumetric composition and formula of Carbon di-oxide.

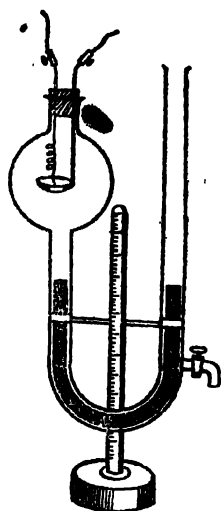
Ans.

Laboratory preparation :—ল্যাবরেটরীতে সাধারণতঃ মার্বেল-পাথরের সহিত লঘু HCl-এর বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

খানিকটা ছোট ছোট মার্বেলের টুকরা একটি উলফবোতলে লইয়া উহার মুখ দুইটি কর্ক দ্বারা বন্ধ করা হয়। একটি কর্কের ভিতর দিয়া একটি thistle funnel এবং অপরটিতে একটি নির্গম-নল লাগান আছে। Thistle funnel দ্বারা লঘু HCl ঢালিলে উহা মার্বেলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করিল। এই গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে এবং একটি গ্যাস-জারে বায়ুর উর্ধ্বভ্রংশের দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

গাঢ় H_2SO_4-এর ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া CO_2 গ্যাসকে শুষ্কাবস্থায় পারদের উপর সংগ্রহ করা যাইতে পারে।

Composition :—অংশাঙ্কিত (graduated) একটি U-নলের একটি প্রান্তে গোলকাকৃতি করিয়া লওয়া হয়। এই গোলকের কাচের ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি শক্ত তামার (copper) তার ভিতরে প্রবেশ করান থাকে। একটি তারের শেষে গোলকের মধ্যস্থলে একটি ছোট চামচ থাকে। একটি সরু প্লাটিনাম-তারের কুণ্ডলী দ্বারা এই চামচটি কপারের অপর তারের সহিত সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। চামচে বিশুদ্ধ কার্বন-চুর্ণ লওয়া হয়।

U-নলের অপর বাহুর নীচের দিকে একটি স্টপকক্ থাকে। U-নলটি প্রথমে পারদে ভরিয়া লওয়া হয়। অতঃপর সম্পূর্ণ গোলকটিকে এবং উহার U-নলের কিয়দংশ বিশুদ্ধ অক্সিজেনদ্বারা পূর্ণ করিয়া লওয়া হয়। স্টপকক্ খুলিয়া কিছু পারদ বাহির করিয়া নলের উভয় বাহুর পারদ সমতলে আনা হয়। অতঃপর কপারের তার দুইটির বাহির-প্রান্তদ্বয় একটি ব্যাটারীর সহিত জুড়িয়া দেওয়া হয়। ফলে তড়িৎ প্রবাহিতহইয়া প্লাটিনাম কুণ্ডলীটি লোহিত-তপ্ত হইয়া চামচের কার্বন-চূর্ণ প্রজ্বলিত করে। ফলে কার্বনের সহিত অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়া-শেষে যন্ত্রটিকে ব্যাটারী হইতে বিযুক্ত করা হয় এবং শীতল করিয়া উহাকে পূর্বতন উষ্ণতায় ফিরিয়া আনা হয়। লক্ষ্য করিলে দেখা যায় যে U-নলের উভয় বাহুর পারদ তল সমভাবে আছে। ইহা হইতে জানা গেল যে CO_2 উৎপন্নের ফলে গ্যাসের আয়তনের কোন তারতম্য ঘটে নাই। সুতরাং ব্যয়িত অক্সিজেন এবং উৎপন্ন CO_2 গ্যাসের আয়তন সমান। অর্থাৎ CO_2 গ্যাসে সমান আতন পরিমাণে অক্সিজেন আছে।

Formula :

জানা গিয়াছে—

x c. c. Carbon dioxide gas contains x c. c oxygen

or I c. c. ,, ,, ,, ,, I c. c ,,

অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে

1 molecule of Carbondioxide gas contains 1 molecule oxygen

1 molecule অক্সিজেনেতে 2টি atoms থাকিলে 1 molecule কার্বন-ডাই-অকসাইডেতে 2 atoms অক্সিজেন আছে।

সুতরাং কার্বন-ডাই অক্সাইডের formula C_xO_2 ধরা যাইতে পারে, এবং উহার molecular weight $= x \times 12 + 16 \times 2$

পরীক্ষার দ্বারা জানা গিয়াছে, কার্বন-ডাইঅকসাইডের vapour density $= 22$। সুতরাং Molecular wt. $= 2 \times 22 = 44$

$$\therefore \quad x \times 12 + 16 \times 2 = 44, \text{ অর্থাৎ } x = 1$$

সুতরাং কার্বন ডাই অকসাইডের formula হইবে CO_2।

Detection :

জার দুইটির মধ্যে অল্প পরিমাণে Lime water দিয়া একটু সঞ্চালিত করিলে যে জারেতে উহা সাদা দুগ্ধের রং ধারণ করিবে ঐ জারটিতে CO_2 গ্যাস আছে। যে জারেতে Lime water ঐ রূপ হয় নাই উহাতে নাইট্রোজেন আছে।

22. Metals

Q. 1. Name two important ores of zinc and give their formulae. Describe the method of extraction of zinc and state its uses. What do you mean by galvanising ?

Ans,

জিঙ্ক-ব্লেণ্ড (Zinc Blende) ZnS.

ক্যালামাইন (Calamine) Zn CO_3

Extraction—জিঙ্ক-ব্লেণ্ড হইতেই আজকাল প্রায় সমস্ত জিঙ্ক উৎপাদন করা হয়।

প্রথমে ZnS-কে তাপিত করিয়া ZnO করা হয় এবং পরে অধিকতর উষ্ণতায় ZnO-কে কার্বনের দ্বারা বিজারিত করিয়া Zinc ধাতু পাওয়া যায়।

কাঁচামাল—(১) জিঙ্ক-ব্লেণ্ড (২) কোক (কার্বন)।

সমস্ত পদ্ধতিটি মোটামুটি চারিটি প্রক্রিয়ায় বিভক্ত করা হয়।

যথা : ক) আকরিকের গাঢ়ীকরণ (Concentration)

খ) তাপজারণ দ্বারা ZnO উৎপাদন

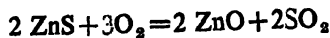
গ) বিজারণ করিয়া ZnO হইতে Zn উৎপাদন

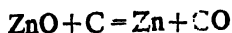
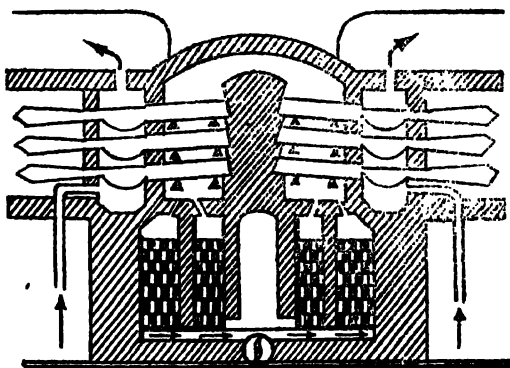
ঘ) উৎপন্ন জিঙ্কের তড়িৎ বিশোধন।

১) গাঢ়ীকরণ—এই প্রক্রিয়ার দ্বারা জিঙ্ক-ব্লেণ্ড স্থিত আবর্জনা দূরীভূত করা হয়। এই উদ্দেশ্যে উহা চূর্ণ করিয়া জল ও অল্প পরিমাণ তেলের সহিত মিশ্রিত করিয়া ঐ মিশ্রণের ভিতর দিয়া বায়ু পরিচালিত করা হয়। ইহাতে যে ফেনা উৎপন্ন হয় উহার সহিত ZnS চূর্ণ ভাসিয়া উঠে, কিন্তু বাল. মাটি প্রভৃতি আবর্জনা জলের নীচে থিতাইয়া যায়।

উপরের ফেনা হইতে ZnS সংগ্রহ করা হয় এবং পরবর্তী প্রক্রিয়ায় প্রয়োগ করা হয়।

(২) তাপ-জারণ (Roasting)— গাঢ়ীকৃত ZnS-কে অতঃপর একটি বিশেষ প্রকারের (হেরেস্‌ফ) চুল্লীতে বায়ু প্রভাবে তাপিত করিয়া ZnO-তে পরিণত করা হয়।

$$2\,ZnS + 3O_2 = 2\,ZnO + 2SO_2$$

(৩) জিঙ্ক-অক্সাইডের বিজারণ—অতঃপর ZnO-এর সহিত উহার ½ পরিমাণ ওজনের বিচূর্ণ কোক মিশ্রিত করিয়া উহা ছোট ছোট retort-এ তাপিত করা হয়। ফলে জিঙ্ক অক্সাইড বিজারিত হইয়া Zinc ধাতুতে পরিণত হয়।

$$ZnO + C = Zn + CO$$

একটি বিশেষ রকমের চুল্লীতে এই প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। প্রত্যেক চুল্লীতে অগ্নিসহ মৃত্তিকার তৈয়ারী ছোট ছোট প্রায় ৬০টি retort-এ জিঙ্ক অকসাইড ও কোকের মিশ্রণ লওয়া হয়। Retort গুলি এমনভাবে রাখা হয় যাহাতে উহার প্রত্যেকটির মুখের দিকটি সামান্য ঢালু অবস্থায় চুল্লীর বাহিরের

দিকে থাকে। গ্যাস-জ্বালানীর সাহায্যে retort গুলি প্রায় 1200°C তাপিত করা হয়। প্রত্যেক retort এর মুখে মাটির তৈয়ারী একটি গ্রাহক পাত্র সংলগ্ন থাকে এবং উহার সহিত আর একটি লোহার শীতক-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। উত্তাপে কার্বন দ্বারা ZnO বিজারিত হইয়া CO গ্যাস উৎপন্ন

করে। এই গ্যাস শীতকের মুখে ঈষৎ-নীলাভ শিখা সহ জ্বলিতে থাকে। বিজারণ ক্রিয়া শেষ হইলে ঐ নীলাভ শিখার পরিবর্তে উজ্জ্বল সাদা শিখা শীতকের মুখে দেখা দেয় এবং অধিকাংশ উৎপন্ন জিঙ্ক পাতিত হইয়া তখন গ্রাহকে সঞ্চিত হইতে থাকে। খানিকটা লোহার শীতকে ঘনীভূত হয়। শীতকের জিঙ্কের সহিত কিছু ZnO থাকে—ইহাকে Zinc dust বলে।

(৭) জিঙ্কের তড়িৎ-বিশোধন—উক্ত জিঙ্ক সম্পূর্ণরূপে বিশুদ্ধ নয়। উহাকে অ্যানোড রূপে এবং অ্যালুমিনিয়ামকে ক্যাথোড-রূপে রাখিয়া বিশুদ্ধ $ZnSO_4$ দ্রবণের ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহ চালাইলে বিশুদ্ধ Zinc ক্যাথোডে জমা হয় এবং অবিশুদ্ধ Zinc অ্যানোড হইতে দ্রবণে $ZnSO_4$ রূপে দ্রবীভূত হয়।

ব্যবহার: বিভিন্ন বৈদ্যুতিক cell ও ব্যাটারীতে জিঙ্ক প্রয়োজন হয়। তামা ও দস্তার সমন্বয়ে পিতল তৈয়ারী হয়। অনেক মুদ্রাতে জিঙ্ক ব্যবহৃত হয়।

Galvanisation—লোহার জিনিসকে মরিচা হইতে রক্ষা করিবার জন্য উহার উপর যে জিঙ্কের প্রলেপ দেওয়া হয় তাহাকে galvanisation বলে। ঘরের 'টিন', বালতি প্রভৃতিতে এইরূপ জিঙ্কের প্রলেপ দিয়া উহা মরিচা হইতে বাঁচান হয়। এই জন্য ঐ সকল জিনিস গলিত জিঙ্কে ডুবাইয়া লওয়া হয়।

Q. 2. Name the principal ore and describe the extraction of Aluminium from it. State the uses of Aluminium.

Ans.

Extraction :—বর্তমানে সমস্ত Aluminium উহার প্রধান আকরিক (ore) Bauxite ($Al_2O_3 2H_2O$) হইতে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। বক্সাইটের ভিতর Al_2O_3 সাধারণতঃ 50-60% থাকে। বাকি ভাগে Fe_2O_3 ও SiO_2 মিশ্রিত থাকে। সেই জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ করিবার পূর্বে আকরিক হইতে বিশুদ্ধ Al_2O_3 তৈয়ারী করিয়া লওয়া হয়। বিশুদ্ধ Al_2O_3-কে গলিত ক্রায়োলাইটে (Na_3AlF_6) দ্রবীভূত করিয়া তড়িৎ-বিশ্লেষিত করা হয়।

কাঁচা মাল—(১) বক্সাইট (২) কষ্টিক সোডা বা সোডিয়াম কার্বনেট (৩) ক্রায়োলাইট (৪) ফ্লুয়োস্পার (CaF_2) (৫) কোক (কার্বন)।

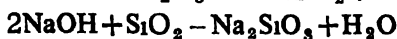
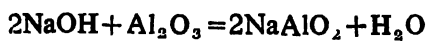
বিভিন্ন প্রক্রিয়া—

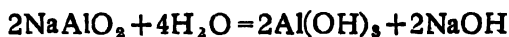
(১) বকসাইট হইতে বিশুদ্ধতর Al_2O_3 প্রস্তুত

(২) Al_2O_3-এর তড়িৎ বিশ্লেষণ এবং

(৩) উৎপন্ন Aluminium-এর তড়িৎ-বিশোধন।

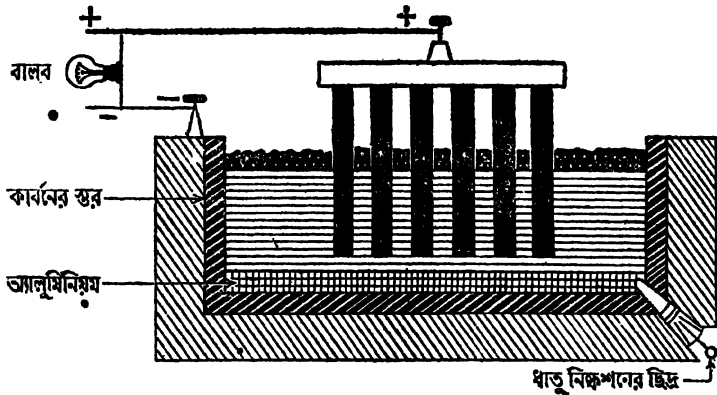
(১) বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3) প্রস্তুতি—বিচূর্ণ বকসাইটকে একটি autoclave এ প্রায় 150°C উষ্ণতায় গাঢ় NaOH দ্রবণের সহিত প্রায় 6 Atm চাপে বিক্রিয়া করান হয়। ফলে বক্সাইট হইতে সমস্ত Al_2O_3 সোডিয়াম অ্যালুমিনেটে পরিণত হয় এবং উহা দ্রবীভূত থাকে। কিন্তু বক্সাইটস্থিত আয়রণ অক্সাইডের কোন পরিবর্তন ঘটে না এবং উহা অদ্রবণীয় অবস্থায় অধঃক্ষিপ্ত হয়। খানিকটা সিলিকা অবশ্য সোডিয়াম্ সিলিকেট অবস্থায় দ্রবীভূত হয়।

$$2NaOH + Al_2O_3 = 2NaAlO_2 + H_2O$$
$$2NaOH + SiO_2 - Na_2SiO_3 + H_2O$$

সোডিয়াম অ্যালুমিনেটের দ্রবণকে কিছু জল দিয়া লঘু করিয়া অদ্রবণীয় Fe_2O_3 হইতে ছাঁকিয়া লওয়া হয়। অতঃপর উহাতে অল্প-পরিমাণ সদ্য-প্রস্তুত β-অ্যালুমিনা [$Al(OH)_3$] দিয়া সমস্ত দ্রবণটিকে দ্রুত আলোড়িত করা হয়। ইহাতে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট hydrolysis হইয়া NaOH এবং $Al(OH)_3$-তে পরিণত হয়। $Al(OH)_3$ জলে অদ্রবণীয় হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পড়ে।

$$2NaAlO_2 + 4H_2O = 2Al(OH)_3 + 2NaOH$$

উহাকে ছাঁকিয়া লইয়া অতিরিক্ত উত্তাপে দহন করা হয়। ইহাতে $Al(OH)_3$ বিশ্লিষ্ট হইয়া শুদ্ধতর Al_2O_3-তে পরিণত হয়।

$$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$$

(২) তড়িৎ-বিশ্লেষণ—ইস্পাতের তৈয়ারী ছোট ছোট লোহার ট্যাঙ্কে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3) তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয়। ট্যাঙ্কের অভ্যন্তরের দেওয়াল ও মেঝে প্রায় 1′ ফুট পুরু গ্রাফাইট কার্বন দ্বারা আবৃত থাকে। এই গ্রাফাইটই তড়িৎ-বিশ্লেষণের ক্যাথোডের কাজ করে। আর এক সারি গ্রাফাইট দণ্ড উপর হইতে ট্যাঙ্কে ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। ইহারা অ্যানোড হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

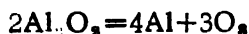
ট্যাঙ্কের ভিতর বিচূর্ণ ক্রায়োলাইট লইয়া বিদ্যুৎ-স্ফুলিঙ্গের সাহায্যে উহাকে গলান হয়। এই গলিত ক্রায়োলাইটে Al_2O_3 চূর্ণ দেওয়া হয় এবং

উহা দ্রবীভূত হইয়া যায়। ইহার সহিত অল্প পরিমাণে ফ্লুয়োস্পারও দেওয়া হয়। দ্রবণের উষ্ণতা প্রায় 900°C রাখা হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোড যথারীতি ব্যাটারীর সহিত জুড়িয়া দিলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং ক্যাথোডে **Aluminium** সঞ্চিত হয়। উহা তরল অবস্থায় গলিত ক্রায়োলাইটের নীচে জমিতে থাকে এবং প্রয়োজনমত নীচের নির্গম-নলের সাহায্যে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

বিশ্লেষণের ফলে অ্যানোডে যে oxygen উৎপন্ন হয় উহা অধিক উষ্ণতায় অ্যানোডের গ্রাফাইটকে আক্রমণ করে। ফলে অ্যানোডের অপচয় ঘটে। এই অপচয় নিবারণের জন্য গলিত ক্রায়োলাইটের উপর বিচূর্ণ কোক ছড়াইয়া দেওয়া হয়। উহা oxygen-এর সহিত বিক্রিয়ায় জ্বলিয়া যায় এবং ইহাতে অ্যানোডের অপচয় বন্ধ হয়।

তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে যখন ক্রমশ অ্যালুমিনার (Al_2O_3) পরিমাণ কমিতে থাকে তখন যন্ত্রস্থিত মিশ্রণের পরিবাহিতাও কমিয়া যায়। সম্পূর্ণ Al_2O_3-এর তড়িৎ-বিশ্লেষণ হইয়া মিশ্রণের পরিবাহিতা যখন বিশেষরূপে কমিয়া যায় তখন ব্যাটারীর বিদ্যুৎ প্রবাহ অধিকতর ভাবে একটি বিদ্যুৎ

বাল্‌বের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হয়। উহাতে বাল্‌বটি প্রজ্বলিত হইয়া উঠে এবং বিক্রিয়ার সমাপ্তি নির্দেশ করে।

বিশ্লেষণের ফলে ফ্লুয়োস্পার বা ক্রায়োলাইটের কোন রূপান্তর ঘটে না, কিন্তু Al_2O_3 বিযোজিত হইয়া Aluminium এবং Oxygen উৎপন্ন করে।

$$2Al_2O_3 = 4Al + 3O_2$$

(৩) তড়িৎ-বিশোধন (Hoope's Process) :—বক্সাইট হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণে যে Aluminium পাওয়া যায় উহা বিশুদ্ধ নহে। বিশুদ্ধ করিবার জন্য উহাকে গলিত অবস্থায় বিশোধন যন্ত্রে লইয়া যাওয়া হয়। এই যন্ত্রে NaF, BaF_2 এবং AlF_3-এর একটি গলিত মিশ্রণ থাকে। ইহাতে অবিশুদ্ধ গলিত Aluminium ঢালিয়া দিলে উহা মিশ্রণের নীচে অ্যানোডের কাজ করে। কয়েকটি গ্রাফাইট দণ্ড মিশ্রণের উপর রাখা থাকে যাহা ক্যাথোডের কাজ করে। এই ক্যাথোড এবং অ্যানোডের সাহায্যে মিশ্রণের ভিতর দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে অ্যানোড হইতে অ্যালুমিনিয়াম মিশ্রণে দ্রবীভূত হইতে থাকে এবং সম-পরিমাণ বিশুদ্ধ Aluminium মিশ্রণ হইতে একই সময়ে ক্যাথোডে সঞ্চয় হইতে থাকে। ক্যাথোড হইতে অতঃপর বিশুদ্ধ Aluminium সংগ্রহ করা হয়।

ব্যবহার : (১) এরোপ্লেন ইত্যাদির প্রস্তুতিতে, (২) বৈদ্যুতিক Cable হিসাবে (৩) বাসনপত্র, চেয়ার, বাক্স তৈয়ারী করিতে (৪) Thermite Bomb প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে Aluminium প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

Q. 3. Describe the manufacture and uses of metallic Sodium. Starting from Sodium how the following substances are prepared (a) Caustic soda (b) Sodamide (c) Sodium Carbonate (d) Sodium chloride.

Ans.

Castner Process—এই পদ্ধতি অনুসারে NaOH-এর তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা Sodium প্রস্তুত করা হয়। গলিত NaOH-এর ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহ পরিচালিত করিলে উহা বিশ্লেষিত হইয়া ক্যাথোডে Sodium ও Hydrogen এবং অ্যানোডে Oxygen উৎপন্ন হয়।

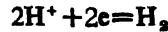
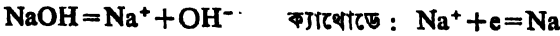
$$2NaOH = 2Na + H_2 + O_2$$

কষ্টিক সোডা গলিত অবস্থায় বিয়োজিত হইয়া Na^+ এবং OH^- আয়ন হয়। তড়িৎ-প্রবাহ দিলে Na^+ ক্যাথোডে এবং OH^- অ্যানোডে উপস্থিত হয়। তড়িৎ-দ্বারে আয়নগুলি যাইয়া উহাদের Charge হইতে মুক্তিলাভ করে। অর্থাৎ ক্যাথোডে Sodium মৌল এবং অ্যানোডে OH যোগমূলক উৎপন্ন হয়। OH-এর কোন স্বাধীন সত্তা নাই বলিয়া উহা জল ও অক্সিজেনে পরিণত হইয়া যায়। ঐ জল আবার বিদ্যুৎ প্রবাহে বিশ্লেষিত হইয়া Hydrogen ও Oxygen-এ পরিণত হয়। সুতরাং ক্যাথোডে Sodium ও Hydrogen এবং অ্যানোডে Oxygen পাওয়া যায়।

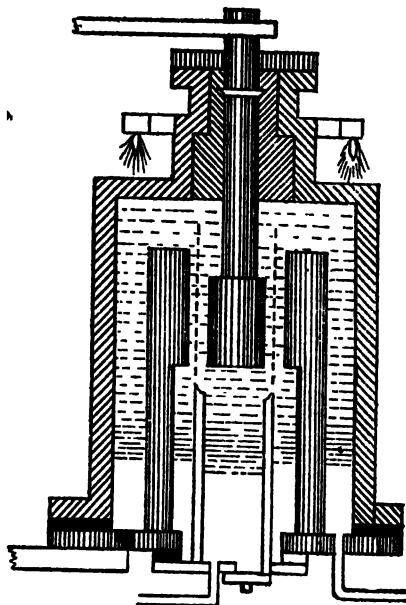
$NaOH = Na^+ + OH^-$ ক্যাথোডে : $Na^+ + e = Na$

$2H^+ + 2e = H_2$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ অ্যানোডে : $OH^- - e = OH$

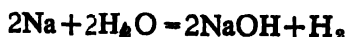
$4OH = 2H_2O + O_2$

শিল্প :—ঢালাই লোহার ছোট গোলাকার ট্যাঙ্কে NaOH-এর তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পাদিত করা হয়। ট্যাঙ্কটির নীচের অংশটি একটি প্রশস্ত নলের আকারে প্রসারিত। এই নলের ভিতর একটি লোহার ক্যাথোড ট্যাঙ্কের প্রায় মধ্যস্থলে প্রবেশ করান আছে। ইহার উপরের অংশটুকু অপেক্ষাকৃত প্রশস্ত থাকে। ক্যাথোডকে বেষ্টন করিয়া উহার কিছুদূরে একটি নিকেলের দৃঢ় পাত উপর হইতে ঝুলাইয়া রাখা হয়। ইহা অ্যানোডের কাজ করে।

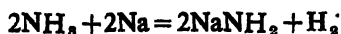
ক্যাথোডের অব্যবহিত উপরে একটি গোলাকার লৌহপাত্র আছে। উহার নীচের দিকটা খোলা এবং উপরের দিকে গ্যাস বাহির হইয়া যাইবার পথ আছে। এই পাত্রের নিম্নপ্রান্ত হইতে একটি লোহার তারজালি ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। উৎপন্ন সোডিয়াম যাহাতে অ্যানোডের দিকে বিস্তৃত না হয়, সেই জন্য এই জালিটির প্রয়োজন। [অপর পৃষ্ঠায় ছবি দেখ।]

ট্যাঙ্কের নীচে গ্যাস-দীপ জ্বালাইয়া NaOH-কে গলিত অবস্থায় রাখা হয়। উষ্ণতা প্রায় 325°C রাখিয়া ঐ গলিত পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ-প্রবাহিত করিলে Sodium গলিত অবস্থায় লোহার ক্যাথোডে উৎপন্ন হয়। উহা কষ্টিক সোডা হইতে হাল্‌কা বলিয়া উপরের লোহার পাত্রে ভাসিয়া উঠে। ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া Sodium-কে আবৃত করিয়া রাখে বলিয়া

বাহিরের বাতাস হইতে Sodium আক্রান্ত হইবার কোন সম্ভাবনা থাকে না। লোহার পাত্র হইতে সঞ্চিত Sodium ঝাঁঝরা চামচের সাহায্যে তুলিয়া লইয়া কেরোসিনের ভিতরে রাখা হয়। অ্যানোডের Oxygen উপরের নির্গম-নলের ভিতর দিয়া বাহির হইয়া যায়।

Preparation :—

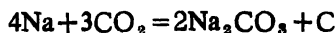
(a) Caustic soda—জলের সংস্পর্শে সোডিয়াম আসিলেই উহা বিক্রিয়া করিয়া NaOH এবং H_2-এ পরিণত হয়। একটি পাত্রে জল লইয়া উহাতে অল্প অল্প করিয়া সোডিয়ামের টুকরা দিলেই বিক্রিয়া হইয়া হাইড্রোজেন উত্থিত হইবে। গ্যাস উৎপন্ন বন্ধ হইলে ঐ তরল মিশ্রণকে তাপ প্রভাবে গাঢ়ীভূত করিয়া শুষ্ক করিলে NaOH solid পাওয়া যায়।

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

(b) Sodamide—উত্তপ্ত সোডিয়াম ধাতুর উপর দিয়া শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস পরিচালনা করিলে Sodamide পাওয়া যায়

$$2NH_3 + 2Na = 2NaNH_2 + H_2$$

Sodamide

(c) Sodium Carbonate—

উত্তপ্ত সোডিয়াম ধাতুর উপর CO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিলে কার্বন এবং Sodium Carbonate উৎপন্ন হয়। এই মিশ্রণকে জলের সহিত ফুটাইলে Sodium Carbonate জলে দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণকে পরিস্রুত করিয়া অদ্রবণীয় কার্বন হইতে পৃথক করা হয়। দ্রবণ হইতে Crystallisation দ্বারা Sodium Carbonate-এর স্ফটিক পাওয়া যায়।

$$4Na + 3CO_2 = 2Na_2CO_3 + C$$

(d) Sodium Chloride—উত্তপ্ত সোডিয়াম ধাতু ক্লোরিনের সংস্পর্শে আসিলে উহা প্রজ্বলিত হইয়া উঠে এবং Sodium Chloride উৎপন্ন হয়।

$$2Na + Cl_2 = 2NaCl$$

সোডিয়ামের ব্যবহার—(১) সোডিয়াম পার-অকসাইড, সোডিয়াম সায়ানাইড প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে সোডিয়াম ধাতুর প্রয়োজন হয়।

(২) ল্যাবরেটরীতে Organic Compound—এর বিশ্লেষণের জন্য সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়।

(৩) সোডিয়ামের পারদসংকর (amalgam) জল বা অ্যালকোহলে মিশ্রিত করিলে Nascent hydrogen পাওয়া যায়।

(৪) কোন কোন কৃত্রিম রবার উৎপাদনে সোডিয়াম দরকার হয়।

Q. 4. Name the principal ores of iron. Outline the steps in the production of Pig iron and the important reaction occuring in the blast furnace.

Ans. Principal ores—

(১) অকসাইড—(ক) Magnetite (Fe_3O_4)

(খ) Hæmatite (Fe_2O_3)

(২) কার্বনেট—Spathic Iron ore ($Fe CO_3$)

(৩) সালফাইড—Iron Pyrites (FeS_2)

Pig iron প্রস্তুতি :—

খনি হইতে প্রথমে যে লৌহ নিষ্কাশিত হয় তাহাকে Pig iron বা Cast iron বলে। প্রায় সমস্ত লোহাই উহার খনিজ Magnetite ও Hœmatite হইতে উৎপাদন করা হয়। দুইটি প্রক্রিয়ার সাহায্যে এই নিষ্কাশন সম্পাদিত হইয়া থাকে। যথা :—

(১) ভস্মীকরণ (Calcination)

(২) বিগলন (Smelting)

(১) ভস্মীকরণ—একত্র-স্তূপীকৃত খনিজগুলিকে অল্প কয়লায় পোড়াইয়া বাতাসের সংস্পর্শে উত্তপ্ত করা হয়। ইহার ফলে খনিজের সহিত সংশ্লিষ্ট জল ও CO_2 গ্যাস প্রভৃতি বহিষ্কৃত হইয়া খনিজ পাথরগুলিকে অনেকটা হালকা ও ঝাঁঝরা করিয়া দেয়। এই ভাবে ঝাঁঝরা ও হালকা হইলে খনিজগুলি দ্বিতীয় প্রক্রিয়ার বিশেষ উপযুক্ত হয়।

(২) বিগলন—অতঃপর ঝাঁঝরা খনিজগুলিকে কোক্ ও চুনা পাথরের সহিত মিশাইয়া মারুত-চুল্লীর (Blast Furnace) উপরে লইয়া যাওয়া হয় এবং 'Cup and Cone' সরঞ্জামের দ্বারা চুল্লীর অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়। এই পদার্থগুলি এমন ভাবে দেওয়া হয় যাহাতে চুল্লীর প্রায় $\frac{4}{5}$ অংশ সব সময়েই ভরা থাকে।

সঙ্গে সঙ্গে চুল্লীর নিম্ন দেশস্থিত টায়ারের (tuyers) সাহায্যে উত্তপ্ত শুষ্ক বায়ু প্রচুর পরিমাণে চুল্লীর মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। উত্তপ্ত বায়ুর সাহায্যে কোক প্রজ্বলিত হইয়া প্রথমে CO গ্যাস উৎপন্ন হয়। CO-গ্যাস অতঃপর আয়রন অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ায় ধাতব লৌহ ও CO_2-গ্যাস উৎপন্ন করে। ধাতব লৌহ চুল্লীর নিম্নাংশে 1400°C উষ্ণতায় গলিত হইয়া নিম্নস্থ প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত হয়। অপ্রয়োজনীয় গ্যাস চুল্লীর উপরদেশের নির্গম-নালি দিয়া বাহির হইয়া যায়।

মারুত-চুল্লী (Blast Furnace) দেখিতে প্রায় একটি খুব বড় চিম্‌নীর মত। ইহার মাঝ খানের অংশটি অপেক্ষাকৃত মোটা। এই অংশকে Bosh বলে। এখানের উষ্ণতা প্রায় 1 00°-1400°C হইয়া থাকে। Bosh-এর উপরের উষ্ণতা কিছু কম হয়। চুল্লীর নিম্নদেশে কয়েকটি শক্ত এবং মোটা নল (tuyers)

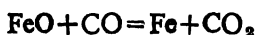
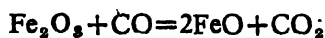
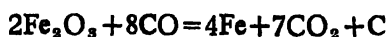
সংযুক্ত আছে যাহাদের সাহায্যে চুল্লীর ভিতরে বায়ু চালিত হয়। চুল্লীর উপরে 'Cup and Cone' নামক বিশেষ ব্যবস্থা আছে। ইহার সাহায্যে প্রয়োজন-মত খনিজ, কোক প্রভৃতি ভিতরে প্রবেশ করান হয়। Bosh হইতে আরম্ভ করিয়া চুল্লীর নীচের অংশ শীতল রাখার ব্যবস্থা আছে। এই স্থানে প্রকোষ্ঠের মধ্যে গলিত লৌহ সঞ্চিত হইয়া থাকে। [পরের পৃষ্ঠায় ছবি দেখ]

মারুত-চুল্লীতে আয়রন অক্সাইডের সঙ্গে কার্বনের নানা প্রকার বিক্রিয়া ঘটে তাহা এইরূপ :—

$$2Fe_2O_3+8CO=4Fe+7CO_2+C$$

$$Fe_2O_3+CO=2FeO+CO_2$$

$$FeO+CO=Fe+CO_2$$

$$Fe_2O_3+3C=2Fe+3CO$$

আয়রন-অকসাইডের বিজারণ ছাড়াও আর একটি বিক্রিয়া চুল্লীর উপরি ভাগে সংঘটিত হয়। আয়রন-অক্সাইড খনিজের সহিত সিলিকা প্রভৃতি ময়লা থাকে। উহা দূর করিবার জন্য কিছু চুনা পাথরও ঐ ঝাঁঝরা খনিজ ও কোকের সঙ্গে মারুত চুল্লীতে ঢালা হয়। চুনা পাথর চুল্লীর মধ্যে প্রথমে বিষোজিত হইয়া চুন ও CO_2-এ পরিণত হয়। এই চুন অতঃপর সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া Calcium silicate-এ পরিণত হয়। উহা গলিত হইয়া খনিজের অন্যান্য আবর্জনা শোষণ করিয়া ধাতু-মলের সৃষ্টি করে।

$$CaCO_3=CaO+CO_2,\ CaO+SiO_2=CaSiO_3\ \text{(Calcium silicate)}$$

লৌহ ও ধাতু-মল উভয়ই গলিত অবস্থায় চুল্লীর নিম্নস্থ প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত হয়। ধাতু-মল লৌহ অপেক্ষা অনেক হালকা, সুতরাং উহা লৌহের উপর ভাসমান থাকে। প্রকোষ্ঠের উপরিস্থিত নির্গম-নলের সাহায্যে উহা লৌহ হইতে পৃথক করা হয় এবং নীচের নির্গম-নলের সাহায্যে গলিত লৌহ বাহির করিয়া লওয়া হয়। এই গলিত লৌহকে ঠাণ্ডা করিয়া যে বড় বড় চাংড়া পাওয়া যায় উহাকেই Pig iron বা Cast iron বলে। ইহাতে মোটামুটি কার্বন 2-4·5%, ম্যাঙ্গানিজ 0·8%, সিলিকন 1-1·8% এবং ফসফরাস 0·10% দ্রবীভূত থাকে।

Cap and cone

গ্যাস নির্গম নল

500°C

আকরিক চুনাপাথর ও কোক

900°C

1500°C

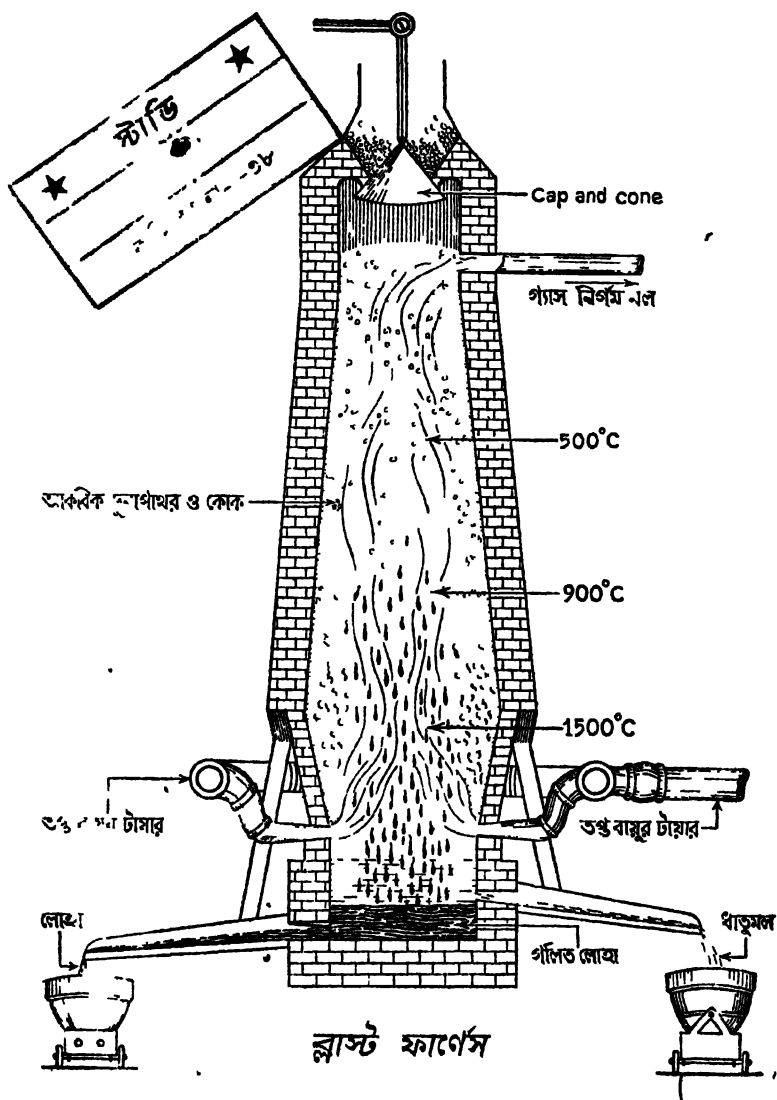
তপ্ত বায়ুর টায়ার

তপ্ত বায়ুর টায়ার

লোহা

ধাতুমল

গলিত লোহা

ব্লাস্ট ফার্ণেস

Q. 5. What is the difference in composition of Cast iron and Steel ? Describe their distinctive properties and uses. How is Steel manufactured by the Bessemer's Process ?

Ans. Cast iron—ইহাতে সাধারণতঃ 2-4·5% কার্বন থাকে। ইহা ছাড়া ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন ও ফসফরাসও থাকে। অন্যান্য লৌহ হইতে ইহার গলনাঙ্ক কম হয়। Cast iron বেশ কঠোর বটে কিন্তু অত্যন্ত ভঙ্গুর। ইহার ঘাতসহতা কম থাকার জন্য পিটাইয়া কিছু তৈয়ারী করা যায় না। ইহার দ্বারা স্থায়ী চুম্বক প্রস্তুত করা যায় না।

Cast iron হইতে Wrought iron ও Steel প্রস্তুত করা হয়। লোহার রেলিং, ঢালাই কড়াই প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে Cast iron ব্যবহৃত হয়।

Wrought iron—ইহাতে কার্বনের ভাগ সাধারণতঃ 0·12-0·25% থাকে। অন্যান্য লৌহ হইতে ইহার গলনাঙ্ক বেশী হয়। Wrought iron সবচেয়ে নরম ও ঘাতসহনশীল। ইহাকে পিটাইয়া জোড়া দেওয়া যায়। ইহার দ্বারা সরু তার বা চাদর তৈয়ারী করা সম্ভব। ইহাও স্থায়ী-চুম্বকত্ব লাভ করে না।

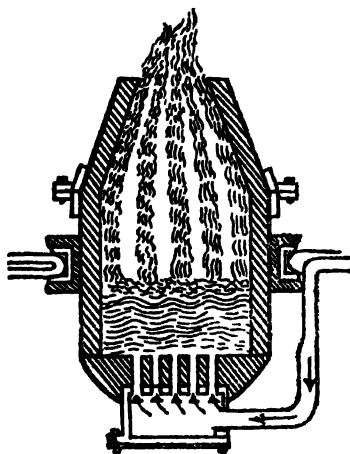
তার, জাল, বৈদ্যুতিক-চুম্বক প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে wrought-iron ব্যবহৃত হয়। Wrought iron-এ উপযুক্ত পরিমাণে কার্বন মিশাইলে ইস্পাত পাওয়া যায়।

Steel (ইস্পাত) :—ইস্পাতে সচরাচর 0·25-1·5% কার্বন থাকে। ইহা ছাড়া সর্বদাই Manganese, Chromium, Nickel, Phosphorus, Vanadium, Tungsten প্রভৃতি কোন একটি বা একাধিক মৌল মিশ্রিত থাকে। এই মৌলগুলি ইস্পাতকে বিভিন্ন গুণান্বিত করিয়া থাকে।

ঘাত সহনশীল এবং ভঙ্গুর, শক্ত ও নরম প্রভৃতি সব রকমের ইস্পাত পাওয়া যায়। ইস্পাত পিটাইয়া জোড়া দেওয়া যায়। ইহাকে 'পান' দেওয়া যায় কিন্তু অন্যান্য লৌহকে 'পান' দেওয়া যায় না। ইস্পাতের দ্বারা স্থায়ী চুম্বক তৈয়ারী করা যায়।

ঘড়ি, চুম্বক, ট্রাঙ্ক প্রভৃতি হইতে আরম্ভ করিয়া এঞ্জিন, রেলের চাকা, যুদ্ধাস্ত্র প্রভৃতি সব কিছুতেই ইস্পাত ব্যবহৃত হয়।

Steel প্রস্তুতি :—Bessemer's পদ্ধতিতে ইস্পাত প্রস্তুত করিবার জন্য একটি বিশেষ ধরণের চুল্লী ব্যবহৃত হয়। এই চুল্লীকে Bessemer's Converter বলে। ইহা দেখিতে অনেকটা ডিমের মত এবং পেটা লোহার তৈয়ারী। দুইটি শক্ত লৌহদণ্ডের সাহায্যে ইহা মাটির উপরে ঝুলান থাকে। চুল্লীর নীচে বায়ু প্রবেশের জন্য কয়েকটি নল যুক্ত আছে। চুল্লীটি ঐ লৌহদণ্ডের চারিদিকে ঘুরিতে পারে। সেই জন্য ইচ্ছানুযায়ী ইহাকে কাৎ বা উপুড় করা সম্ভব।

মারুত-চুল্লী হইতে সোজাসুজি গলিত কাষ্ট-আয়রন, কন্‌ভার্টারে লইয়া যাওয়া হয়। প্রায় $\frac{1}{8}$ অংশ ভরিয়া, কন্‌ভার্টারটিকে সোজা অবস্থায় রাখিয়া নীচের নলের ভিতর দিয়া অতিরিক্ত চাপে বায়ু গলিত কাষ্ট-আয়রনের

মধ্যদিয়া পরিচালনা করা হয়। ইহাতে কাষ্ট-আয়রনস্থিত Manganese, Silicon প্রভৃতি জারিত হয় এবং পরে কনভার্টারের অভ্যন্তরের $CaCO_3$ ও $MgCO_3$-এর আস্তরণের সহিত মিলিত হইয়া ধাতুমলে পরিণত হয়। শেষে কার্বনও জারিত হইয়া CO গ্যাসে পরিণত হয় এবং উহা চুল্লীর মুখে ঈষৎ নীল শিখা সহ জ্বলিতে থাকে। কিছু সময়ের মধ্যে ঐ নীল শিখা নিভিয়া যাইলে বুঝা যায় যে সমস্ত কার্বন দূর হইয়াছে। অতঃপর চুল্লীটিকে

কাৎ করিয়া ভাসমান ধাতুমল পৃথক করিয়া লওয়া হয় এবং প্রয়োজনীয় পরিমাণ Spiegel (নির্দিষ্ট পরিমাণের লৌহ, কার্বন প্রভৃতির একটি মিশ্রণ পদার্থ) উহাতে মিশান হয়। উত্তমরূপে মিশাইবার জন্য আরো কয়েক মিনিট কনভার্টারের ভিতর দিয়া বায়ু চালনা করা হয়। ইহাতে লৌহের মধ্যে কার্বনের ভাগ উপযুক্ত পরিমাণ হইয়া উহা ইস্পাতে পরিণত হইয়া যায়। অতঃপর যন্ত্রটিকে উপুড় করিয়া উৎপন্ন ইস্পাত বাহির করিয়া ছাঁচে ঢালা হয়।

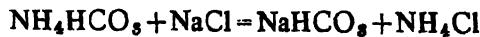
Q. 6. Describe the Solvey's Process for the manufacture of Sodium Carbonate. How is it converted into Caustic Soda and vice-versa ?

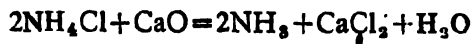
Ans. **Solvey's Process—**

এই প্রণালীতে খাদ্য লবণ ($NaCl$) প্রধান কাঁচামাল হিসাবে ব্যবহার করা হয়। গাঢ় লবণোদক লইয়া প্রথমে উহা অ্যামোনিয়া গ্যাস দ্বারা সম্পৃক্ত করিয়া লওয়া হয়। এই অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণোদকে পরে CO_2 গ্যাস পরিচালিত করিলে অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট (NH_4HCO_3) উৎপন্ন হয়। তৎপর (NH_4HCO_3)-এর সহিত $NaCl$-এর বিক্রিয়াতে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট $NaHCO_3$ ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) উৎপন্ন হয়। $NaHCO_3$ – কে উত্তপ্ত করিয়া সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) পাওয়া যায়। অর্থাৎ

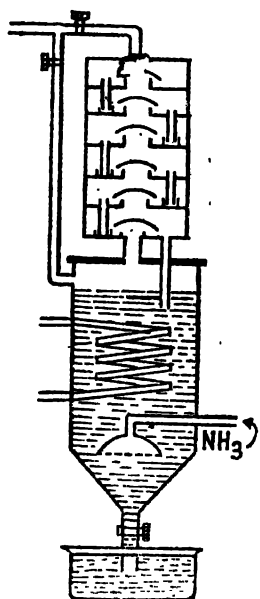
$$NH_3+CO_2+H_2O=NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3+NaCl=NaHCO_3+NH_4Cl$$

$$NaHCO_3 \xrightarrow[\text{heat}]{} Na_2CO_3+H_2O+CO_2$$

উপজাত NH_4Cl হইতে চুনের সাহায্যে NH_3 উদ্ধার করিয়া পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

$$2NH_4Cl+CaO=2NH_3+CaCl_2+H_2O$$

অতএব এই পদ্ধতিতে কাঁচামাল হিসাবে প্রয়োজন :—

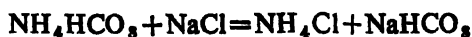
(১) লবণোদক (Brine) (২) চুনাপাথর পোড়াইয়া CO_2 গ্যাস (৩) অ্যামোনিয়া গ্যাস।

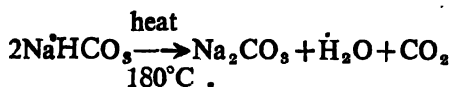
পদ্ধতির বিবরণ—

(১) Saturation :—একটি লোহার ট্যাঙ্কের ভিতর লবণোদককে NH_3 গ্যাস দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। এই ট্যাঙ্কেতে উপর হইতে নীচে লবণোদক প্রবাহিত হয় এবং নীচ হইতে NH_3 গ্যাস ঐ লবণোদকের ভিতরে প্রবেশ করে। উপরে উঠিবার সময় এই গ্যাস লবণোদকে দ্রবীভূত হইতে থাকে। এইরূপে লবণোদক NH_3 গ্যাসে সম্পৃক্ত হয়। এবং উহা ট্যাঙ্কের নীচে একটি স্টপকক্-যুক্ত নির্গম পথ দিয়া একটি প্রকাণ্ড হৌজে আসিয়া জমে।

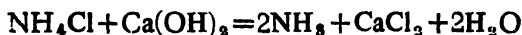
(২) Carbonation :—অতঃপর পূর্বোক্ত হৌজ হইতে অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণোদককে পাম্পের সাহায্যে একটি সু-উচ্চ Solvey স্তম্ভের উপর লওয়া হয় এবং উপর হইতে নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। ঐ সময় স্তম্ভের নীচ হইতে CO_2 গ্যাস উপরে উঠিতে থাকে এবং বিপরীতমুখী অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণোদকের নিবিড় সংস্পর্শে আসে। ইহাতে-প্রথমে NH_4HO_3 উৎপন্ন হয় এবং উহা NaCl-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া $NaHCO_3$ উৎপাদন করে। উৎপন্ন $NaHCO_3$-এর দ্রাব্যতা কম হওয়ায় উহা crystallised হইয়া লবণোদকেতে suspended অবস্থায় থাকে। স্তম্ভের নীচের নির্গম-পথে $NaHCO_3$ মিশ্রিত লবণোদক, বাহিরে আসেএবং উহা হইতে $NaHCO_3$ crystals ফেল্ট কাপড়ের সাহায্যে ছাঁকিয়া সংগ্রহ করা হয়।

[পরের পৃষ্ঠায় ছবি দেখ]

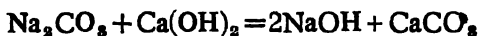
$NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4HCO_3$.

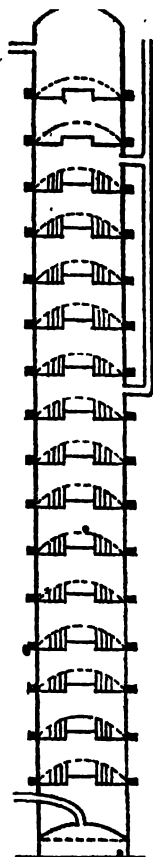
$NH_4HCO_3 + NaCl = NH_4Cl + NaHCO_3$

(৩) Conversion into Na_2CO_3 :—Solevy's স্তম্ভ হইতে সংগৃহীত $NaHCO_3$ অতঃপর একটি ঘূর্ণ চুল্লীতে 180°C পর্যন্ত তাপিত করা হয়। ফলে $NaHCO_3$ হইতে CO_2 এবং H_2O বাহির হইয়া যায় এবং চুল্লীতে সাদা শুষ্ক Sodium carbonate চূর্ণ পড়িয়া থাকে। চুল্লী শীতল করিয়া শুষ্ক Na_2CO_3 সংগ্রহ করা হয়।

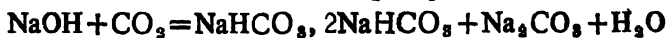
$$2NaHCO_3 \xrightarrow[180°C]{heat} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

অ্যামোনিয়ার পুনরুদ্ধার :—$NaHCO_3$ ছাঁকিয়া লইয়া যে পরিস্রুৎ পাওয়া যায় উহাতে NaCl ছাড়া উপজাত NH_4Cl-এর সমস্তটুকু থাকে। উহার সহিত উপযুক্ত পরিমাণে কলিচুন মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে NH_3—গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া একটি বিশেষ রকমের স্তম্ভে সম্পাদিত হয়। উৎপন্ন NH_3 গ্যাসকে পুনরায় লবণোদককে সম্পৃক্ত করিবার জন্য ব্যবহার করা হয়।

$$NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

Na_2CO_3 into NaOH and vice-versa—

(1) অতিরিক্ত পরিমাণ কলিচুনের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ গরম করিলে কষ্টিক সোডা পাওয়া যায়।

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2NaOH + CaCO_3$$

$CaCO_3$ অদ্রাব্য, সুতরাং অধঃক্ষিপ্ত হয়। ছাঁকিয়া দ্রবণকে গাঢ়ীকৃত ও শুষ্ক করিলে NaOH solid পাওয়া যায়।

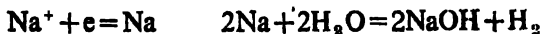
(2) গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণের ভিতর অতিরিক্ত পরিমাণে CO_2 গ্যাস

পরিচালনা করিলে অপেক্ষাকৃত অদ্রাব্য $NaHCO_3$-এর কষ্টিক পাওয়া যায়। ঐ কষ্টিক সংগ্রহ করিয়া উত্তপ্ত করিলে Na_2CO_3 উৎপন্ন হয়।

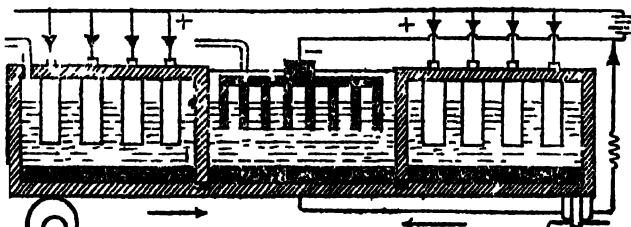
$NaOH+CO_2=NaHCO_3$, $2NaHCO_3+Na_2CO_3+H_2O$

Q. 7. Describe Castner's process for the manufacture of Caustic soda. What are the actions of chlorine on it under different conditions ? What are the uses of Caustic soda ?

Ans. Castner's Process :—

এই পদ্ধতিতে NaCl-এর জলীয় দ্রবণকে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া ক্যাথোডে যে Sodium পাওয়া যায় উহাকে জলের সহিত বিক্রিয়া করাইয়া NaOH উৎপন্ন করা হয়।

$$NaCl=Na^++Cl^-$$

$$Na^++e=Na \qquad 2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$$

এই প্রক্রিয়াটি, সাধারণ Cell-এতে করিতে যাইলে, উৎপন্ন NaOH-এর খানিকটা, অ্যানোডে উৎপন্ন Cl_2-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইপো-ক্লোরাইট বা ক্লোরেট লবণে পরিণত হইয়া যায়। ইহাতে কষ্টিক সোডার অপচয় ঘটে এবং বিশুদ্ধ ক্ষার পাওয়া যায় না। সেই জন্য Castner's পদ্ধতিতে একটি বিশিষ্ট রকমের Cell ব্যবহার করা হয়।

Castner-Kellner Cells : এই cellগুলি শ্লেটের তৈয়ারী ট্যাঙ্ক। প্রত্যেকটির আয়তন মোটামুটি 6 ফুট × 4 ফুট এবং উচ্চতা 6 ইঞ্চি। ট্যাঙ্কের মেঝেটি প্রায় ¼ ইঞ্চি পুরু পারদে আবৃত থাকে।

প্রত্যেক ট্যাঙ্কে দুইটি শ্লেটের প্রাচীর দ্বারা তিনটি প্রকোষ্ঠ করা আছে প্রাচীর দুইটি কিন্তু মেঝে স্পর্শ না করিয়া উহার কিছুটা উপরে পারদের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। ফলে এক প্রকোষ্ঠ হইতে অপর প্রকোষ্ঠে পারদ অনায়াসে চলাচল করিতে পারে।

ট্যাঙ্কের বহিঃপ্রকোষ্ঠ দুইটিতে পারদের উপর সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ লওয়া হয়। মধ্যস্থিত প্রকোষ্ঠে জল থাকে।

বাহিরের দুইটি প্রকোষ্ঠে গ্রাফাইট দণ্ডের anode লবণোদকে নিমজ্জিত রাখা হয় এবং cathode হিসাবে কয়েকটি লৌহফলক মধ্যস্থিত প্রকোষ্ঠের জলে উপর হইতে ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। ট্যাঙ্কটির উপর ঢাকনা থাকে, এবং উহাতে গ্যাস বাহির হইবার নির্গম-নল আছে। ট্যাঙ্কের নীচে এক প্রান্তে একটি অসমকেন্দ্রী চাকা লাগান আছে। উহা ঘুরাইলে প্রান্তটি ধীরে ধীরে উচু ও নীচু হইয়া এক প্রকোষ্ঠ হইতে অন্য প্রকোষ্ঠে পারদের চলাচলে সাহায্য করে অথচ প্রকোষ্ঠস্থিত জল বা লবণোদকে বাহিরে যাইতে পারে না।

বিশ্লেষণ ক্রিয়া: Castner-Kellner Cell-এর মধ্য প্রকোষ্ঠ জল এবং বহিঃপ্রকোষ্ঠদ্বয়ে লবণোদক লইয়া Graphite anode এবং Iron cathode-এর সহিত ব্যাটারীযুক্ত করা হয়। তড়িৎ প্রবাহ Graphite anode দিয়া প্রবেশ করিয়া লবণোদকের ভিতর দিয়া মেঝের পারদে উপনীত হয়। পারদে বাহিয়া তড়িৎ মধ্য প্রকোষ্ঠের জলে সঞ্চালিত হয় এবং পরিশেষে Iron Cathode হইয়া ব্যাটারীতে ফিরিয়া যায়।

তড়িৎ প্রবাহের ফলে বহিঃপ্রকোষ্ঠ দুইটিতে লবণ বিশ্লেষিত হইয়া anode-এ ক্লোরিণ এবং পারদে সোডিয়াম উৎপন্ন হয়। ক্লোরিণ নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। এই সময় অসমকেন্দ্রী চাকাটি ঘুরাইবার ফলে পারদের চলাচলের দ্বারা সোডিয়াম মধ্য প্রকোষ্ঠে চলিয়া আসে। এখানে জলের সহিত বিক্রিয়ায় NaOH ও H_2 উৎপন্ন করে। H_2 গ্যাস প্রকোষ্ঠ স্থিত নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। উৎপন্ন NaOH জলে দ্রবীভূত হইয়া প্রায় 20% দ্রবণ সৃষ্টি করে। এই দ্রবণ বাহির করিয়া লইয়া উত্তাপে গাঢ় করা হয় এবং উহা বিশুষ্ক করিয়া কঠিন NaOH প্রস্তুত করা হয়।

Reaction :—

(১) লঘু NaOH দ্রবণের সহিত ক্লোরিণ স্বাভাবিক উষ্ণতায় বিক্রিয়া করিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে।

$$2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaOCl + H_2O$$

কিন্তু উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইলে হাইপোক্লোরাইট বিযোজিত হইয়া ক্লোরেটে পরিণত হয়।

$$3NaOCl = NaClO_3 + 2NaCl$$

(২) উষ্ণ এবং গাঢ় NaOH দ্রবণের মধ্যে অতিরিক্ত পরিমাণে ক্লোরিণ প্রবাহিত করিলে সোডিয়াম ক্লোরাইড ও ক্লোরেট লবণগুলি উৎপন্ন হয়।

$$3Cl_2 + 6NaOH = 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

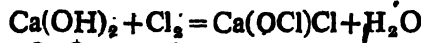
Uses :—সাবান প্রস্তুতিতে, কাগজ প্রস্তুতিতে, কৃত্রিম সিল্ক উৎপাদনে পেট্রোলিয়াম প্রভৃতি নানা ব্যবসায়ে কষ্টিক সোডা ব্যবহৃত হয়।

Q. 8. Describe the preparations and uses of the following : (1) Bleaching powder, (2) Copper sulphate, (3) Plaster of Paris, (4) Lime.

Ans. Bleaching powder [(CaCOCl) Cl] :—

প্রস্তুতি :—সীসা নির্মিত বড় প্রকোষ্ঠের সিমেন্টের মেঝেতে প্রায় 3" ইঞ্চি পুরু করিয়া কলিচুন রাখা হয়। এই কলিচুন বেশ চূর্ণ অবস্থায় থাকা প্রয়োজন। এই প্রকোষ্ঠের মধ্যে একটি প্রবেশ-নলের সাহায্যে বিশুদ্ধ Cl_2 গ্যাস চালিত করা হয়

এই Cl_2-গ্যাসে সচরাচর উহার আয়তনের হিসাবে শতকরা 40 ভাগ বায়ু মিশ্রিত থাকে। কলিচুন ধীরে ধীরে ক্লোরিণ শোষণ করিয়া Bleaching Powder-এ পরিণত হয়। যাহাতে পূর্ণমাত্রায় ক্লোরিণ শোষিত হয় সেইজন্য মধ্যে মধ্যে মেঝের উপরের কলিচুন নাড়িয়া দিতে হয়। প্রকোষ্ঠটির উষ্ণতা 40°Cএর বেশী রাখা হয় না। নচেৎ অধিকতর উষ্ণতায় Bleaching Powder বিযোজিত হইয়া যায়। প্রায় 24 ঘণ্টার মধ্যে বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হইয়া যায় এবং তখন প্রকাষ্ঠের দরজা খুলিয়া কিছু কলিচুন ছড়াইয়া উহার দ্বারা প্রকোষ্ঠস্থিত অবশিষ্ট ক্লোরিণ টানিয়া লওয়া হয়। অতঃপর Bleaching Powder কাঠের পিপাতে ভরিয়া বাজারে পাঠান হয়।

$$Ca(OH)_2+Cl_2=Ca(OCl)Cl+H_2O$$

ব্যবহার—বস্ত্রাদি বিরঞ্জন করিবার জন্য Bleaching Powder প্রচুর ব্যবহার করা হয়।

বিরঞ্জন প্রণালী : প্রথমে অপরিষ্কৃত বস্ত্রাদি Bleaching Powder-এর দ্রবণে ভিজাইয়া লইতে হয় এবং পরে উহাকে লঘু অ্যাসিডে ডুবাইয়া বাতাসে রাখা হয়। অ্যাসিডের সহিত Bleaching Powder-এর বিক্রিয়ায় যে ক্লোরিণ উৎপন্ন হয় উহাই বিরঞ্জন করিয়া থাকে। অতঃপর অ্যাসিড দূর করিবার জন্য ঐ সকল বস্ত্র সোডার জলে ধুইয়া লওয়া হয়।

Copper Sulphate ($CuSO_4$, $5H_2O$) :—

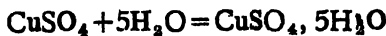
প্রস্তুতি : সামান্য পরিমাণে কপার সালফেট প্রস্তুত করিতে হইলে কপার ধাতুর সহিত গাঢ় H_2SO_4 ফুটাইয়া লওয়া হয়। বিক্রিয়ার ফলে কপার সালফেটের দ্রবণ পাওয়া যায়।

$$Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+SO_2+2H_2O$$

দ্রবণটি গাঢ় করিয়া লইয়া ঠাণ্ডা করিলে নীল রঙের $CuSO_4$, $5H_2O$ স্ফটিক কেলাসিত হয়।

অধিক পরিমাণে কপার সালফেট প্রস্তুত করিতে হইলে কপারের ছিলা উপযুক্ত পরিমাণ সালফারের সহিত মিশাইয়া Reverberatory (পারাবর্ত) চুল্লীতে উত্তপ্ত করিলে কপার-সালফাইড পাওয়া যায়। উহাকে বায়ুপ্রভাবে আরো তাপিত করিলে কপার সালফেট উৎপন্ন হয়। চুল্লী হইতে কপার সালফেট বাহির করিয়া জলে ফুটাইয়া কপার সালফেট দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় এবং ঐ দ্রবণ হইতে যথারীতি $CuSO_4$, $5H_2O$ কেলাসিত (crystallise) করা হয়।

$$Cu+S=CuS \qquad CuS+2O_2=CnSO_4$$

$$CuSO_4+5H_2O=CuSO_4,\ 5H_2O$$

ব্যবহার :—কপার সালফেট electro-plating-এর কাজে লাগে। জীবাণু ও কীট-বিনাশক রূপেও ব্যবহৃত হয়।

Plaster of Paris [($CaSO_4$)$_2$,H_2O] :—

প্রস্তুত:—ক্যালসিয়াম সালফেট প্রকৃতিতে জিপসাম রূপে ($CaSO_4$,

$2H_2O$) পাওয়া যায়। এই জিপসামকে যদি 110—120°C উষ্ণতায় তাপিত করা যায় তাহা হইলে উহার জল আংশিক বিযুক্ত হয়। ফলে যে পদার্থ পাওয়া যায় উহাকে plaster of paris বলে। উহার Formula = $(CaSO_4)_2H_2O$।

$$2(CaSO_4, 2H_2O) = (CaSO_4)_2, H_2O + 3H_2O$$

ব্যবহার।—Plaster of Paris—এর প্রধান গুণ এই যে ইহা সাধারণ উষ্ণতায় সহজেই জল আকর্ষণ বা শোষণ করিয়া কঠিন সিমেন্টের মত অনমনীয় পদার্থে পরিণত হইয়া যায়। এই জন্য ডাক্তরের কাজে, যন্ত্র-চিকিৎসকে, ব্যাণ্ডেজে এবং সিমেন্ট হিসাবে ইহার বহুল ব্যবহার হইয়া থাকে।

Lime (CaO)—উত্তাপে প্রয়োগে চুনা পাথর ($CaCO_3$) বিযোজিত করিয়া সর্বদা চুন প্রস্তুত করা হয়।

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

ইষ্টক-নির্মিত বড় বড় চুনের ভাটাতে (Lime-Kiln) এই বিযোজন ক্রিয়া সম্পাদিত করা হয়। চুনের ভাটা দেখিতে অনেকটা দীর্ঘ গম্বুজের মত। উহার নীচে বায়ু প্রবেশের ব্যবস্থা আছে। নীচের অংশে একটি কয়লার চুল্লী আছে। নীচের অংশে একটি কয়লার চুল্লী আছে। উহা জ্বালাইয়া ভাটাতে তাপ প্রয়োগ করা হয়।

উপরে Cup and cone-এর সাহায্যে ছোট ছোট চুনা পাথরে টুকরা ভাটার মধ্যে ক্রমাগত প্রবেশ করান হয়। টুকরাগুলি নীচে অবতরণ করিবার সময় ভাটার অভ্যন্তরের উচ্চ তাপে বিযোজিত হইয়া CaO, এবং CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস ভাটার উপরস্থিত নির্গম-পথ দিয়া বাহির হইয়া যায়। CaO ভাটার নীচে জমা হয় এবং প্রয়োজন মত নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়

$2H_2O$ [illegible] যায়। এই জিপসাম [illegible] 120°C উষ্ণতায় তাপিত করা হয় তাহা হইলে উহার [illegible] হয়। ফলে যে পদার্থ [illegible] উহাকে plaster of paris [illegible] Formula = (Cu SO_4 [illegible] H_2O)।

$$2(CaSO_4, 2H_2O) = (CaSO_4)_2, H_2O + 3H_2O$$

[illegible] Plaster of Paris-এর প্রধান গুণ এই যে ইহা সাধারণ উষ্ণতায় [illegible] জল আকর্ষণ বা শোষণ করিয়া কঠিন সিমেন্টের মত অনমনীয় পদার্থে পরিণত হইয়া যায়। এই জন্য ভাস্করের কাজে, বস্ত্র-চিকিৎসকে, ব্যাণ্ডেজে এবং সিমেন্ট হিসাবে ইহার বহুল ব্যবহার হইয়া থাকে।

Lime (CaO) [illegible] তাপে প্রয়োগে চুনা পাথর (Ca CO_3) বিযোজিত করিয়া সর্বদা চুন প্রস্তুত করা হয়।

$$Ca\,CO_3 = CaO + CO$$

ইষ্টক-নির্মিত বড় বড় চুনের ভাটাতে (Lime-Kiln) এই বিযোজন ক্রিয়া সম্পাদিত করা হয়। চুনের ভাটা দেখিতে অনেকটা দীর্ঘ গম্বুজের মত। উহার নীচে বায়ু প্রবেশের ব্যবস্থা আছে। নীচের অংশে একটি কয়লার চুল্লী আছে। নীচের অংশে একটি কয়লার চুল্লী আছে। উহা জ্বালাইয়া ভাটাতে তাপ প্রয়োগ করা হয়।

উপরে Cup and cone-এর সাহায্যে ছোট ছোট চুনা পাথরে টুকরা ভাটার মধ্যে ক্রমাগত প্রবেশ করান হয়। টুকরাগুলি নীচে অবতরণ করিবার সময় ভাটার অভ্যন্তরের উচ্চ তাপে বিযোজিত হইয়া CaO, এবং CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস ভাটার উপরস্থিত নির্গম-পথ দিয়া বাহির হইয়া যায়। CaO ভাটার নীচে জমা হয় এবং প্রয়োজন মত নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।